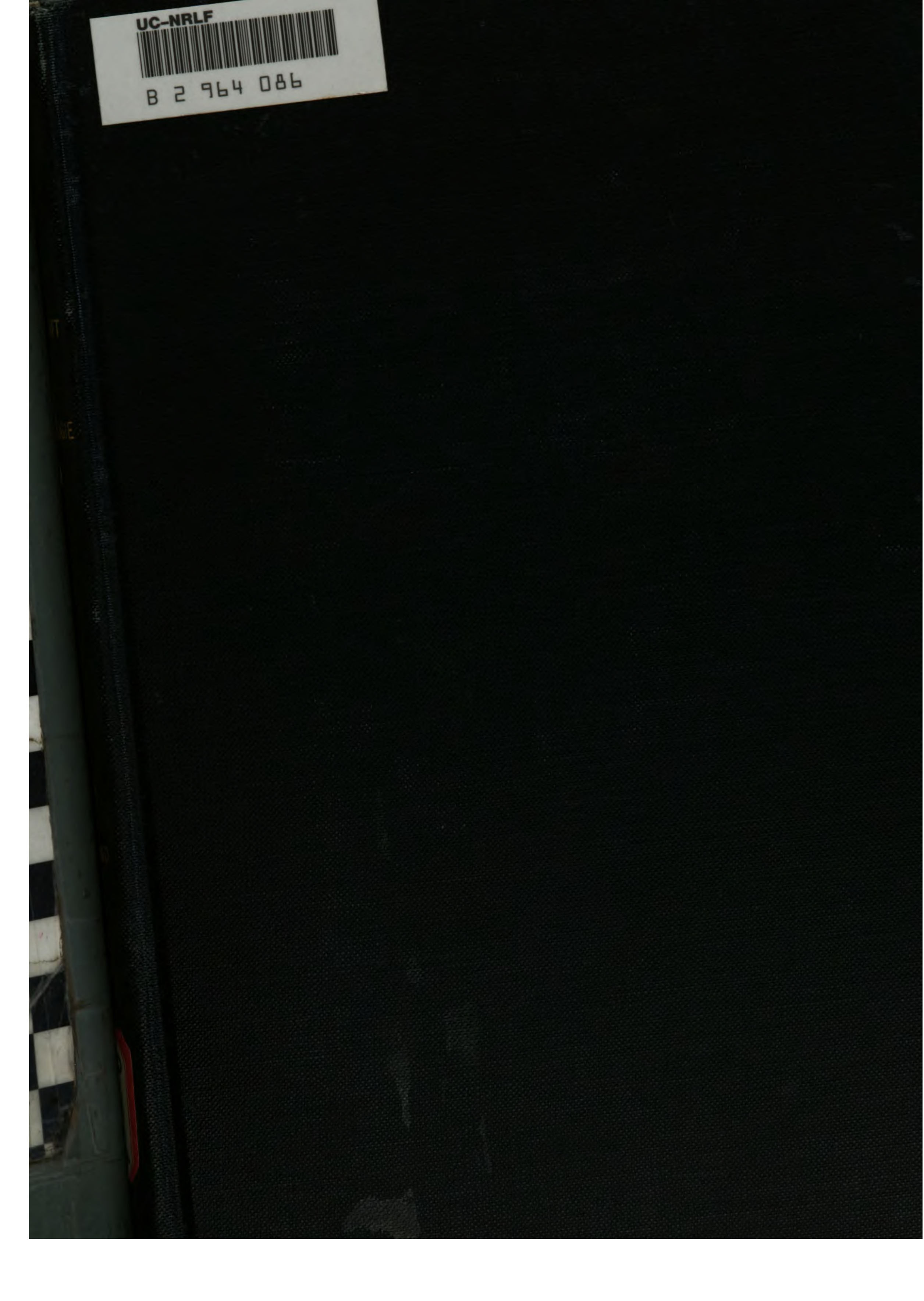
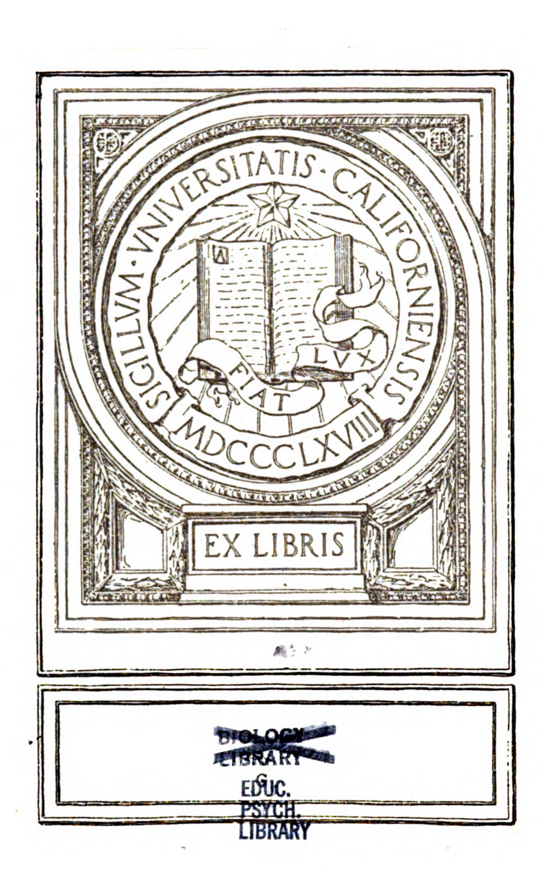
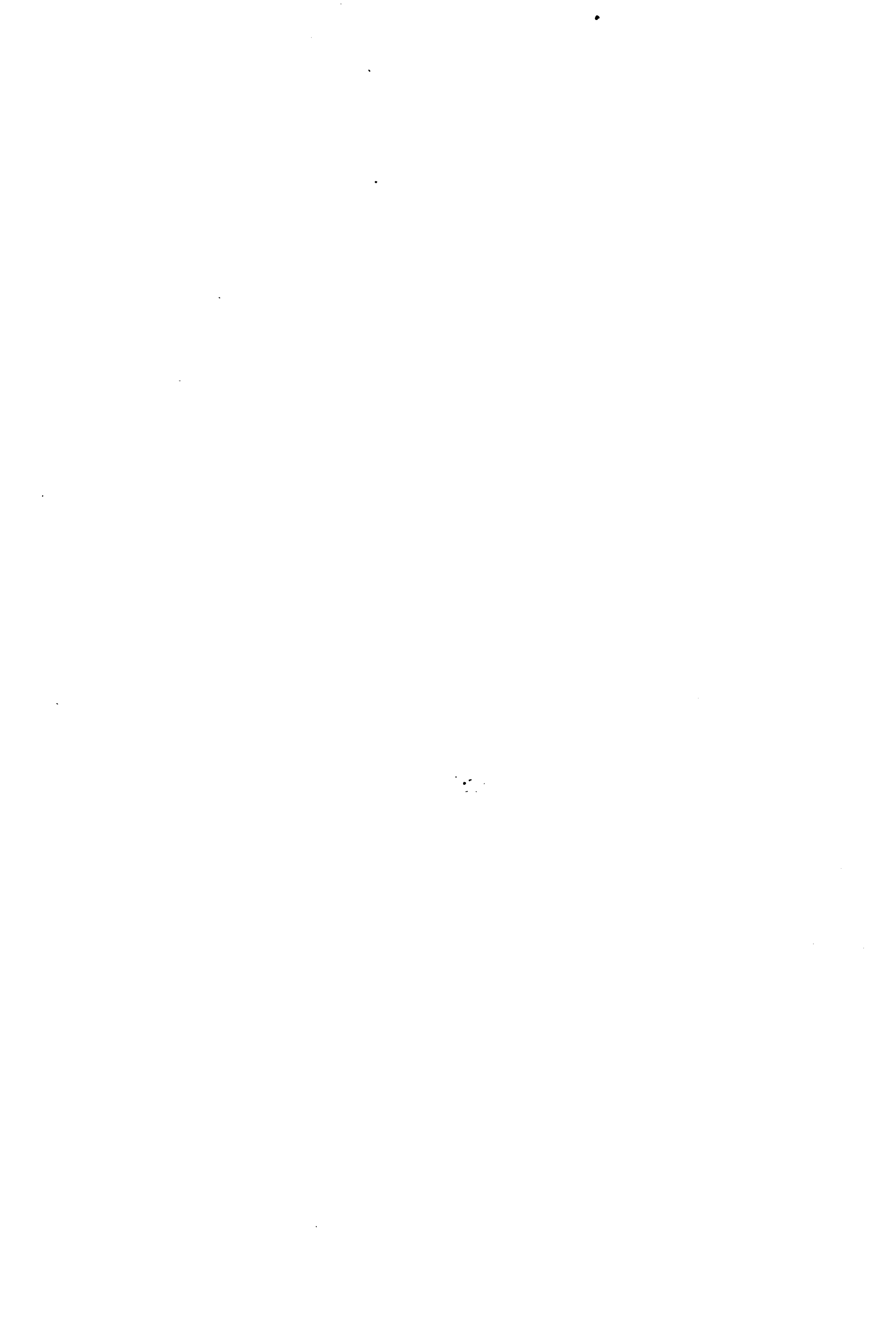

UC-NRLF
B 2 964 086




SIGILLVM · VNIVERSITATIS · CALIFORNIENSIS
FIAT LVX
MDCCCLXVIII
EX LIBRIS



Zeitschrift
für
Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane
begründet von
HERMANN EBBINGHAUS und ARTHUR KÖNIG
herausgegeben von
FRIEDRICH SCHUMANN und MARTIN GILDEMEISTER

Ergänzungsband 11

Der Aufbau der Tastwelt

von

David Katz
Professor der Philosophie und Pädagogik
an der Universität Rostock

Mit 11 Abbildungen im Text





1 9 2 5

Leipzig / Verlag von Johann Ambrosius Barth

Fortsetzung siehe Umschlag S. 3

Zeitschrift
für
Psychologie und Physiologie der Sinnesorgane
begründet von
HERMANN EBBINGHAUS und ARTHUR KÖNIG
herausgegeben von
FRIEDRICH SCHUMANN und MARTIN GILDEMEISTER

I. Abteilung

Zeitschrift
für
PSYCHOLOGIE

In Gemeinschaft mit

N. Ach (Göttingen), E. Becher (München), K. Bühler (Wien), S. Exner (Wien), J. Fröbes (Valkenburg i. Holland), K. Groos (Tübingen), H. Henning (Danzig), Fr. Hillebrand (Innsbruck), E. R. Jaensch (Marburg a. L.), D. Katz (Rostock), J. v. Kries (Freiburg i. B.), F. Krueger (Leipzig), K. Marbe (Würzburg), G. E. Müller (Göttingen), W. Peters (Jena), W. Poppelreuter (Bonn a. Rh.), E. Rubin (Kopenhagen), A. v. Strümpell (Leipzig), C. Stumpf (Berlin), A. v. Tschermak (Prag), Th. Ziehen (Halle a. d. S.)

herausgegeben von

F. SCHUMANN

Ergänzungsband 11

Der Aufbau der Tastwelt

von

David Katz



1 9 2 5

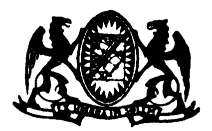
LEIPZIG / VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH

Der Aufbau der Tastwelt

von

David Katz
Professor der Philosophie und Pädagogik
an der Universität Rostock

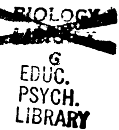
Mit 11 Abbildungen im Text



1 9 2 5

LEIPZIG / VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH





Meiner lieben Frau

Vorwort.

Die ersten Notizen meines wissenschaftlichen Tagebuches über den Aufbau der tastbaren Welt reichen bis in die Zeit zurück, die vor dem Erscheinungsjahr meiner Arbeit über die Erscheinungsweisen der Farben liegt. Die ersten eingehenderen Experimente über die Tasteindrücke fanden im Jahre 1914 im Göttinger psychologischen Institut statt, und wenn sie auch während des Krieges im Stil des Laboratoriums unterbleiben mufsten, so trug ich diese ganze Zeit doch das wichtigste Instrumentarium, meine Finger, überall mit mir herum, um ununterbrochen neue Erfahrungen sammeln zu können über den schier unerschöpflichen Reichtum der tastbaren Welt. Im Sommer 1919 nahm ich die Versuche in Göttingen wieder auf, ihre Vollendung fanden sie nach meiner Übersiedlung nach Rostock in dem hier neu errichteten psychologischen Institut. In zwei kurzen vorläufigen Mitteilungen habe ich einige wenige Ergebnisse meiner Untersuchungen bereits der Öffentlichkeit unterbreitet. Da beide an schwer zugänglichen Stellen erschienen sind, habe ich aus ihnen alles, was mir wichtig schien, z. T. wörtlich, in das vorliegende Werk übernommen. Eine sachliche Notwendigkeit besteht darum für den Leser nicht mehr, auf jene beiden Mitteilungen zurückzugehen.

Meine Untersuchungen wenden sich zwar in erster Linie an die Psychologen, ich gebe mich aber der Hoffnung hin, dafs sie auch Vertretern anderer Wissenschaften und in ihren Anwendungen dem praktischen Leben in dieser oder jener Form zu dienen vermögen. Ich denke da zunächst an die Medizin: dem Sinnesphysiologen wird die Prüfung der komplexeren Tastphänomene eine willkommene Ergänzung seiner Erforschung der elementaren Leistungen sein, Neurologe und Otologe werden vielleicht den Ausführungen über den Vibrationssinn Beachtung schenken, während den Praktiker die Betrachtungen über die psychologischen Grundlagen der Palpation und allgemein die Leistungen der Hand in der medizinischen Praxis angehen.

Ein führender Vertreter des Arbeitsschulgedankens hat in Referaten über meine beiden vorläufigen Mitteilungen ausgesprochen, dafs er von meinen Untersuchungen eine psychologische Grundlegung der Arbeitsschulgedanken und des Werkunterrichts erhoffe. Ich werde mich freuen, wenn man diese Erwartung wenigstens teilweise erfüllt sieht. Der Heilpädagog wird als Lehrer der Blinden und der Taubstummen Nutzen aus den meisten Ausführungen dieses Buches ziehen können. Von anderen Anwendungsgebieten der Psychologie ist es die industrielle Psychotechnik, die, soweit sie es mit der Prüfung und der Steigerung der Leistungsfähigkeit der menschlichen Hand zu tun hat, theoretische Untersuchungen wie die hier gebotenen gar nicht entbehren kann.

In manchen Lehrbüchern der Psychologie findet man noch die Einteilung der Sinne in höhere und niedere, wobei Auge und Ohr als höhere Sinne gelten, während die Sinne der Haut zu den niederen gerechnet werden. Unsere Untersuchungen sollen, so hoffe ich, zeigen, dafs diese mindere Wertschätzung der Sinne der Haut, die auch ihre Vernachlässigung von Seiten der psychologischen Forschung zur Folge gehabt hat, durch nichts gerechtfertigt werden kann, weder durch eine vermeintliche Armut an phänomenalen Formen noch durch eine zweitrangige Stellung des Erkenntniswertes dieser Sinne. Ja, man hat allen Grund zu der Annahme, dafs die Prinzipien der Erkenntnistheorie andere als die bestehenden wären, wenn wir den Menschen der Sinne der Haut berauben würden, während sie doch nicht berührt werden durch einen Ausfall des Gesichts und des Gehörs. Darum ist es Zeit, dafs die Erkenntnislehre aufhört, sich einseitig die höheren Sinne zu Wegweisern zu nehmen, sie kann durch Berücksichtigung der niederen Sinne manche neue Belehrung und Anregung erfahren. Schiller hat sich einmal Goethe gegenüber geäufsert: „Es ist hohe Zeit, dafs ich für eine Weile die philosophische Bude schliefse, das Herz schmachtet nach einem betastlichen Objekt" — möchten die folgenden Ausführungen zeigen, dafs man sich mit betastlichen Objekten abgeben kann, ohne dabei die Fühlung mit der Philosophie zu verlieren.

Rostock, im November 1924.

Psychologisches Institut. **David Katz.**

Inhaltsverzeichnis.

Erster Abschnitt.

Die Erscheinungsweisen der tastbaren Welt.

Zweiter Abschnitt.

Messende Versuche über die Leistungen des Tastsinns.

Dritter Abschnitt.

Zur weiteren Analyse der Tastleistungen.

Abkürzungen für einige in den nachfolgenden Ausführungen zitierte Schriften des Verfassers.

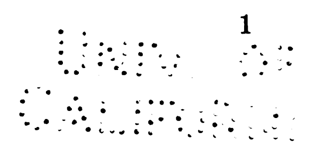
Die Erscheinungsweisen der Farben und ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung. Erg. Bd. 7 der *Zeitschrift für Psychologie*, Leipzig 1911 — Erscheinungsweisen I.

Die Erscheinungsweisen der Tasteindrücke. Kommissionsverlag von H. Warkentien, Rostock 1920 — Erscheinungsweisen II.

Der Vibrationssinn. Scripta universitatis atque bibliothecae Hierosolymitanarum, Hierosolymis 1923. Kommissionsverlag M. Nijhoff, Haag — Vibrationssinn I.

Über die Natur des Vibrationssinns. *Münchener med. Wochenschr.* 1923, Nr. 22 — Vibrationssinn II.

Zur Psychologie des Amputierten und seiner Prothese. Beiheft 25 der *Zeitschr. f. angew. Psychol.*, Leipzig 1921 — Amputiertenarbeit.



Erster Abschnitt.

Die Erscheinungsweisen der tastbaren Welt.

§ 1. Einleitung.

Wenn ich meine Hand bei geschlossenen Augen über das Schreibpapier, den Löschkarton, die Schreibunterlage und den Tuchüberzug meines Schreibtisches gleiten lasse, so erlebe ich nacheinander vier deutlich verschiedene Tasteindrücke. Ich fühle die harte Glätte des Schreibpapiers, die faserige Weichheit des Löschkartons, die lederartige Sprödigkeit der Schreibunterlage und die weiche Rauhigkeit des Tuchüberzugs. Prüfe ich, einmal aufmerksam geworden auf derartige Unterschiede der Eindrücke der tastenden Hand, alles, was ich von meinem Sitz aus an Tastbarem erreichen kann, so stelle ich fest, dafs ich nicht nur das Metall des Briefbeschwerers als Metall, das Glas des Tintenfasses als Glas, das Holz des Federhalters als Holz erkenne, sondern dafs ich sogar imstande bin — auch natürlich bei geschlossenen Augen — verschiedene Papiersorten nach ihrer Oberflächenbeschaffenheit auseinander zu halten, deren Unterscheidung nicht einmal dem Auge gelingen will. Von Tastleistungen dieser Art machen wir im täglichen Leben einen mehr oder weniger bewufsten, jedenfalls aber sehr ausgiebigen Gebrauch, so, wenn wir etwa tastend eine von verschiedenen Sorten Papier in der dunklen Schublade des Tisches herausfinden, wenn wir bezüglich des gesuchten Lakens im finsteren Leinenschrank die richtige Entscheidung treffen, oder wenn die erfahrene Hausfrau beim Einkauf von Webstoffen die ihr vorgelegten Proben durch die prüfende Hand gleiten läfst, um Material und Webart auf ihre Güte und Dauerhaftigkeit zu untersuchen. Wo nun gar derartige Tastleistungen im Dienste des Berufs Jahre und Jahrzehnte hindurch geübt werden, erreichen sie eine dem Laien wunderbar vorkommende Höhe:

Gewitzigte Tuch- und Teppichhändler erkennen tastend für unsere Hand und für unser oder das eigene Auge nicht bemerkbare Mischungen von Webstoffen, wie etwa den schwachen Einschufs von Baumwolle in Wollgewebe; in Ländern, die viel Wolle produzieren, wie Südafrika und Australien, bringen es Leute durch fortgesetzte Übung dahin, die feinsten Qualitätsunterschiede der ihnen vorgelegten Proben von Rohwolle durch Betasten zu erkennen und ziehen aus dieser Tätigkeit beträchtlichen materiellen Gewinn. Die Psychologie hat von diesen sowie anderen verwandten komplexen Leistungen des Tastsinns kaum oder nur oberflächlich Notiz genommen, hat nicht erkannt, welch reichen Gewinn die Wissenschaft selbst aus ihrer Aufklärung haben könnte.[1] Ich habe in der Einleitung zu meinen Untersuchungen über die Erscheinungsweisen der Farben ausgeführt, dafs man früher manche Farbformung als ausgefallene Merkwürdigkeit angesprochen und infolgedessen versäumt hat, sie in fruchtbare Beziehung zu anderen Tatsachen der Gesichtswahrnehmung zu bringen. Ähnlich ist die Sachlage auch hier: Wo man in der Literatur der Tastphänomene gedenkt, von denen hier ausgegangen wird, da geschieht es mehr im Anhang, dort, wo die Raritäten Erwähnung finden. Nun gehören diese Tastphänomene aber durchaus nicht in das psychologische Raritätenkabinett, wo sie so leicht der Vergessenheit anheimfallen, vielmehr ist es eine dringliche Aufgabe, sie ans Tageslicht zu ziehen, ihres sterilisierenden Kuriositätscharakters zu entkleiden und sie in gröfsere gesetzmäfsige Zusammenhänge mit anderen Tatsachen des Tastsinnes zu bringen. Leisten wir ihnen diesen Dienst, so lohnen sie es uns in unerwartet reichem Mafse, sie lassen uns nämlich ein überraschend grofses Reich von eigenartigen Tastformungen entdecken, das in gewisser Hinsicht an Vielgestaltigkeit das Reich der Farbformungen noch hinter sich läfst.[2]

---

[1] G. Martius bezeichnet die von den Komplexen ausgehende Psychologie als analytische, die von den Elementen ausgehende als synthetische. Bericht über den 5. Kongrefs f. exp. Psychol. Leipzig 1912.

[2] Nicht nur in der Psychologie ist neuerdings eine Neigung zu erkennen, mit besonderer Liebe gerade der Gesetzmäfsigkeit solcher Formen nachzuforschen, die aufserhalb des Regelhaften und damit von der Theorie Bedachten zu liegen scheinen; wer darauf achtet, dem tritt

Den Leitfaden für die Auffindung des einschlägigen Tatsachenmaterials gibt uns die für die Erscheinungsweisen der Farben vorliegende Untersuchung an die Hand. Bemüht um theoretische Unbefangenheit halten wir nach der Gesamtheit der Tastformen [1] Umschau, dort zumal, wo die Alltäglichkeit der Phänomene unseren Blick für das Rätselhafte an ihnen zu trüben droht. Es war aber nicht nur die Gesamteinstellung, die ich, von den Untersuchungen an Farben ausgehend, den Tasteindrücken gegenüber zur Geltung brachte, vielmehr konnte ich bis ins Einzelne bei der Ermittlung der phänomenologischen Tatbestände und kausalgenetischen Zusammenhänge der Tasteindrücke dem Gang der Untersuchung bei den Farben folgen. Es wurden weitgehende Parallelen aufgefunden, deren Verfolgung mit rückwirkender Kraft manches Neue im Gebiet der Farben entdecken oder manches schon Bekannte in neuem Licht erscheinen liefs.

Die Versuche, über die wir zu berichten haben, erstrecken sich vornehmlich, wenn auch nicht ausschliefslich, auf die Tastleistungen der Hand. Nicht nur diese Tatsache läfst es

---

sie auch in der Biologie und Medizin häufiger entgegen, wieder ein Zeichen dafür, in wie weitgehender Unabhängigkeit von dem speziellen Gebiet die gleichen Einstellungen der Forschung sich in den verschiedenen Provinzen der Wissenschaft Geltung verschaffen. Tatsachen etwa wie mangelhafte Ausbildung bestimmter Augenmuskeln, auffällige Asymmetrien des Kopfes, angeborenen Schiefhals (caput obstipum) läfst man nicht mehr wie früher als belanglose Naturspiele beiseite liegen, sondern geht ihnen nach, versucht etwa festzustellen, ob sie nicht einen Beitrag für die Erblichkeitsforschung (Familienforschung) liefern können.

[1] Die bei unseren Untersuchungen verwendeten Ausdrücke: Tastformen, Taststrukturen, Tastgestalten sind rein deskriptiv gemeint, es soll damit kein Bekenntnis zu einer jetzt viel diskutierten Theorie abgelegt werden. Ich hätte diese Bezeichnungen überhaupt vermieden, wenn die deutsche Sprache andere von gleicher Kürze und Brauchbarkeit zur Verfügung stellte. Ich möchte in diesem Zusammenhang bemerken, dafs ich wie in den Erscheinungsweisen der Farben so auch hier die Forschung mehr nach der phänomenologischen und experimentellen als nach der theoretischen Richtung zu betreiben gedenke. Soll die Theorie fördern und nicht als Barriere für den Fortschritt wirken, so darf sie nicht zu früh angesetzt werden. Das gilt für alle empirischen Wissenschaften, aber, so scheint ihre Geschichte zu lehren, für die Psychologie in besonderem Mafse.

berechtigt erscheinen, schon hier einige Worte über dieses Wunder von Werkzeug zu sagen, dessen Stärke im Gegensatz zu den speziellen und speziellsten Aufgaben angepafsten Organen der Tiere (Grabfufs, Schwimmfufs, Kletterfufs, Lauffufs) auf seiner erstaunlichen Vielseitigkeit beruht, sondern auch die aus unseren Untersuchungen sich ergebende Erkenntnis, welche fast völlig übersehene Bedeutung der Hand bei der vorstellungsmäfsig gegebenen und auch willensmäfsig beherrschten Tastwelt des normalen Menschen zukommt. Die Ausführungen des § 12 zeigen, dafs man mit einer leichten Variation eines SCHOPENHAUERschen Themas geradezu von der Tastwelt als Herrschaftsgebiet und Vorstellung der Hand sprechen könnte. Kant hat einmal mit einem vorzüglich treffenden Bild die Hand das äufsere Gehirn des Menschen genannt.[1] LOTZE führt ganz im Sinne dieser Bemerkung aus, „dafs ein guter Teil der menschlichen Kultur auf dem Bau der Hand und auf der Leichtigkeit unzähliger Beobachtungen beruhe, die sie uns verschafft und die den allermeisten Tieren die weit unvollkommenere Bildung ihrer Organe entweder unmöglich oder nur zufällig zugänglich macht“.[2] Mit Recht hat schon FÉRÉ vor etwa 30 Jahren im Hinblick auf derartige Tatsachen darüber Klage geführt, dafs die Psychologen der Untersuchung der Hand zu wenig Aufmerksamkeit geschenkt haben. „La

[1] GERHART HAUPTMANN singt das Lied der menschlichen Hand in seinem Roman „Die Insel der grofsen Mutter“ mit folgenden Worten: „Die Hand ersetzt alle Instrumente, und durch ihre Übereinstimmung mit dem Intellekt verleiht sie diesem universelle Herrschaft. — Man sollte von dieser neuen Sonne des Gedankens den Gesellschaftsbau Europas und die ihm eigene Moral erleuchten. . . . Es ist nicht zu überschätzen, was eintreten wird, wenn die Hand aus dem Stande der Verachtung in den höchsten Adelsstand erhoben sein wird.“

[2] H. LOTZE, Mikrokosmus. Leipzig 1885, Bd. 2, S. 195. — Der Mensch schafft sich Werkzeuge, die vielfach in den speziellen Aufgaben angepafsten Organen der Tiere ihr Vorbild haben. Die Meisterung dieser Werkzeuge durch seine Hand sichert dem Menschen einen weiteren Vorsprung vor dem Tier. Man vgl. hierzu G. SCHLESINGER, Der Einflufs des Werkzeugs auf Leben und Kultur, herausgeg. vom Zentralinstitut für Erziehung und Unterricht. Berlin 1917. — Wieweit bei Tieren Werkzeuggebrauch vorkommt, hat in einer wertvollen Zusammenstellung M. ETTLINGER untersucht. Über Werkzeuggebrauch bei Tieren. *Philosoph. Jahrbuch* 37, Fulda 1924.

main est à la fois un agent et un interprète du developpement de l'esprit, elle mériterait d'arrêter davantage l'attention des physiologistes et des psychologues qui l'ont un peu négligée.“ [1] Nach den Schilderungen KÖHLERS stehen die Anthropoiden im geschickten Gebrauch ihrer Hand dem Menschen sehr nahe, das zeigt sich z. B. in ihrem Toilettemachen, dem Absuchen der Haut, vor allem aber in einer Leistung wie der, einen kleinen Holzsplitter aus der Hand eines Menschen zu entfernen.[2] Hat sich das menschliche Gehirn bei seinem Aufstieg in der Hand das Organ geschaffen, das seiner schöpferischen Erfindungsgabe Genüge leisten konnte oder hat die erstaunlich feine sensorisch-motorische Gliederung der Hand ihrerseits das Gehirn zu neuen Leistungen angespornt? Sicher ist von einem gewissen Stadium der Entwicklung an das Verhältnis als das der innigsten Wechselwirkung zu denken. Wenn wir uns hier von der Kinderpsychologie beraten lassen dürfen, so scheinen manche Beobachtungen dafür zu sprechen, dafs das Gehirn mit seinen Forderungen das Organ zu immer gröfseren Fortschritten seiner Verrichtungen antreibt. Ein Kind, welches gesehen hat, wie der Erwachsene das elektrische Licht anknipst und welches die optische Struktur des Schalters, soweit es für seine Bedienung nötig ist, offenbar durchschaut, kann den stärksten Wunsch haben, es dem Erwachsenen gleich zu tun, scheitert aber an der Ungeschicklichkeit der kleinen Hand.[3] Kommt der Erfolg schliefslich zustande, so hat das Gehirn die Hand erzogen.[4] Dieser Fall ist paradigmatisch für die ganze Entwicklung der Handgeschicklichkeit des Kindes. Die Hand vergilt nun ihre Erziehung,

---

[1] CH. FÉRÉ, La main, la préhension et le toucher. *Revue philos.* **41**, 1896, S. 636.

[2] W. KÖHLER, Zur Psychologie des Schimpansen. *Psychol. Forschung* **1**, 1921, S. 30f.

[3] Einige hierher gehörige Beobachtungen bei D. und R. KATZ, Kinderpsychologische Beobachtungen. *Kindergarten*, 63. Jahrgang, 1922, S. 106f.

[4] Es darf hier auch an die Erziehung der Prothese durch den Willen des Amputierten erinnert werden. Was unter günstigen Bedingungen mit einem Sauerbruchkunstarm erreicht werden kann, grenzt an das Wunderbare. Man lese hierüber nach bei C. TEN HORN, Spätergebnisse bei Sauerbruchamputierten. *Münch. med. Wochenschr.* 1922, Nr. 7, S. 233.

indem sie das Gehirn die tiefsten praktisch verwertbaren Einblicke in die Struktur der Körper tun läfst, es in ganz anderer Weise in das Innere der Dinge eindringen läfst als das Auge, das in der Regel an der Haut der Gegenstände haftet.

Die Kriegsjahre haben einen starken Anstofs zur Untersuchung der Physiologie und Psychologie der Hand durch das Amputiertenproblem gegeben.[1] Die Bemühungen um einen leistungsfähigen Ersatz der amputierten Hand liefsen die hervorragende Stellung dieses Universalinstruments in einer Weise hervortreten, dafs man sich sehr bald von der Notwendigkeit überzeugte, auf eine getreue Nachbildung zu verzichten und sich mit Prothesen zu begnügen, welche die eine oder die andere Teilfunktion ausüben konnten.[2] Und auch diesen ging noch die Empfindlichkeit ab, welche die natürliche Hand „bis in die Fingerspitzen" beseelt.

Jüngst haben sich auch die Psychotechniker dem Studium der Hand sowie einzelner ihrer Leistungen zugewandt. Im Zusammenhang mit der oben berührten Frage nach dem Verhältnis von Hand und Gehirn interessiert, dafs MOEDE den Korrelationskoeffizienten zwischen allgemeiner Intelligenz und Handgeschicklichkeit zu 0,242 berechnet[3], ich möchte aber glauben, dafs er im allgemeinen mit einem höheren Wert einzusetzen ist. GIESE hat die „Arbeitshand" zum Gegenstand einer Spezialuntersuchung gemacht.[4]

O. SCHEIBNER[5] hat in einer Besprechung der Erscheinungsweisen der Tasteindrücke darauf hingewiesen, wie sehr erwünscht und notwendig die Untersuchung der hier behandelten Tatsachen für die Arbeitsschule und speziell für den Werkunterricht sei. Im Abschnitt IV wird kurz auf Anwendungen unserer Untersuchungen auf Psychotechnik und Pädagogik einzugehen sein.

---

[1] Amputiertenarbeit.

[2] Das wichtigste bis zum Jahre 1919 hierüber gesammelte Material findet man in dem sog. Prothesenband der *Zeitschr. f. orthopäd. Chirurgie.* Berlin 1919.

[3] *Praktische Psychologie.* 2. Jahrg., 1921, S. 303.

[4] F. GIESE, Zur Psychologie der Arbeitshand. *Bericht über den 7. Kongr. f. exp. Psychologie..* Jena 1922, S. 116 ff.

[5] *Arbeitsschule.* 35. Jahrg., Nr. 718.

Kapitel I.

Kritische und methodische Vorbemerkungen.

§ 2. Die atomistische Betrachtungsweise der Sinnespsychologie.

Die Psychologie der Sinne hat sich bekanntlich im engsten Anschlufs an die Physiologie der Sinne entwickelt. Die Spuren dieses Werdegangs liegen für jeden erkennbar vor; die Dankbarkeit, zu der die Tochterwissenschaft verpflichtet ist, darf nicht blind machen für die Tatsache, dafs ihr von seiten der Sinnesphysiologie eine gewisse Einseitigkeit der Einstellung als Erbgut zufiel, das immer wieder als ein gewisses Hemmnis manifest wurde. Diese Tatsache hat zur Folge gehabt eine Vernachlässigung des Studiums der sog. komplexeren Phänomene. Gewifs sind diese komplexeren Phänomene nicht ganz übersehen worden, aber man hat ihnen einerseits nicht die zentrale Stellung eingeräumt, die sie ihrer Wichtigkeit nach beanspruchen können, andererseits hat man, indem man sei meist als vorstellungsartige Produkte logischer Operationen deutete, ihre wahre Natur durchaus verkannt.

Was wir vorstehend angedeutet haben, sei für den Hautsinn, auf die sich die Betrachtungen der vorliegenden Untersuchung beziehen, etwas näher ausgeführt. Es ist erstaunlich, wieviel feine psychologische Beobachtungen in E. H. Webers klassischen Untersuchungen über Tastsinn und Gemeingefühl[1] enthalten sind, es seien nur erwähnt seine Betrachtungen über exzentrische Projektion, über Objektivierung und Subjektivierung von Tasteindrücken, über die Erkennung von Materialien durch Tasten und über die Rolle, welche hierbei die Bewegung spielt. Es mag paradox klingen, aber sehr wahrscheinlich verdanken wir diese unbefangenen treffenden Schilderungen zu einem Teil der Unkenntnis, die zu Zeiten Webers bezüglich der Sinnesorgane der Haut bestand: nach der epochemachenden Entdeckung der Kälte-, Wärme- und Druckpunkte durch Blix und ihre Bestätigung durch Gold-

---

[1] E. H. Weber, Tastsinn und Gemeingefühl. Ostwalds Klassiker der exakten Wissenschaften Nr. 149. Leipzig 1905. Diese Schrift erschien erstmalig im Jahre 1846 in R. Wagners Handwörterbuch der Physiologie.

Scheider und Donaldson setzt eine ausgesprochen atomistische, auf die „Elemente“ des Hautsinns gerichtete Betrachtungsweise ein. Weber findet bei seiner auf die komplexen lebensnahen Erscheinungen gerichteten Arbeitsweise keine Nachfolge. Die Auffindung der Sinnespunkte der Haut gab bei dem Vorbild der atomistisch gerichteten Naturwissenschaft, das bereits in der psychologischen Optik richtunggebend geworden war, der Vorstellung neue Nahrung, die wichtigste Aufgabe der Sinnespsychologie bestehe in der Ermittlung der Empfindungen, die sich bei Reizung der Sinnespunkte einstellen. Damit wird auch die Gefahr grofs, dafs man sich durch anatomische und histologische Erwägungen psychologische Sachverhalte suggerieren läfst, denen keine Realität zukommt. Für den Tastsinn weist keiner wie Hering für den Gesichtssinn mit Entschiedenheit auf die Notwendigkeit hin, physiologische und psychologische Dinge reinlich zu scheiden.[1]

Die Sinnesphysiologie betrachtet es ganz mit Recht als eine ihrer wichtigsten Aufgaben, die Elemente unserer Sinnesorgane und ihre Funktionsweise aufzuzeigen, sie geht mit der Zerlegung des nervösen Organismus bis zur äufsersten erreichbaren Grenze. Aber das differenzierende Verfahren hat seine notwendige Ergänzung durch das integrierende zu finden, die Sinneselemente, zu denen man durch Zerlegung gelangt, sind letzten Endes funktionelle Kunstprodukte; im lebenden Körper — seine Lebensäufserungen wollen wir doch verstehen — arbeiten stets grofse Verbände von Sinneselementen zusammen.[2]

---

[1] Es geschieht selten, dafs jemand wie O. Funke (Der Tastsinn und die Gemeingefühle) davor warnt, aus anatomischen Tatsachen Schlüsse auf eine Gleichheit von Empfindungen zu ziehen. Hermanns Handbuch d. Physiol. Bd. 3, Heft 2, 1880, S. 289.

[2] Für den Organismus als reizbeantwortendes System hat vornehmlich I. Sherrington in vielen seiner Arbeiten die integrierende Funktion betont. — Einen radikalen Bruch mit der zergliedernden Methode der deskriptiven Anatomie, wo das atomistische Verfahren naturgemäfs am tiefsten wurzelt, bedeutet die Anatomie von H. Braus, Bd. 1, Berlin 1921. „Trieb das frühere Lehrbuch Anatomie der Leiche, so dieses Anatomie des lebenden Menschen. Ging das frühere aus von dem Endprodukt der Zergliederung, dem toten Knochen oder Muskel, so dieses von dem lebendigen Ganzen“ (C. Elze in einer Anzeige des Werkes, *Naturwissenschaften* 1921, Heft 43).

Wenn Hering schon früh den Gedanken der Wechselwirkung der Elemente des optischen Sinnesfeldes vertreten hat, so erfolgte die Übertragung dieser integrierenden Betrachtungsweise auf andere Sinnesgebiete und besonders das uns hier interessierende erst später und zögernd[1], die atomisierende Betrachtungsweise, die offenbar dem Menschen dieser Tage überhaupt mehr lag, beherrscht durchaus das Feld. Die gekennzeichnete Einseitigkeit des Forschens hat der Sinnesphysiologie unbestreitbar grofse Erfolge und keine unmittelbaren ernsteren Nachteile gebracht.[2] Ganz andere Auswirkungen hatte diese Einseitigkeit für die Psychologie der Sinne. Es war ein folgenreicher Irrtum, als man durch eine Art psychischer Chemie die Sinneswahrnehmung aus den elementaren Sinnesempfindungen und gewissen Vorstellungen glaubte aufbauen zu können, wofür wir alsbald Beispiele anführen werden. Man übersah die wahre Natur der komplexeren Phänomene, und das führte dazu, dafs man ihnen eine falsche Theorie unterschob. Kein Wunder, dafs dabei der Streit zwischen Nativismus und Empirismus zu keinem Ende kam.

Den einzigen natürlichen Ausgangspunkt der Forschung

---

[1] M. v. Frey hat als erster mit seinen Schülern R. Pauli, K. Hansen u. a. der Frage der Wechselwirkung der Druckempfindungen eingehende Untersuchungen gewidmet (Bd. 56, 59 und 62 der *Zeitschr. f. Biol.*, Sitz.-Ber. d. phys.-med. Ges. zu Würzburg 1917). „Der psychologische Erfolg einer Reizung wird bestimmt durch die Zusammenfassung der in benachbarten Leitungsbahnen ablaufenden Erregung, ein Vorgang, der als Summation (E. H. Weber), immediate Induktion (Sherrington) oder als gegenseitige Verstärkung (v. Frey) in der Literatur bekannt ist." (S. 5 der zuletzt zit. Untersuchung).

[2] Praktisch von ungleich gröfserer Tragweite war die die Pathologie lange beherrschende Atomistik der Zellularpathologie Virchows. So bedeutungvoll auch deren Leistungen für ihre Zeit waren, auch hier vollzieht sich in unseren Tagen mit aller Deutlichkeit die Umstellung vom Teil auf das Ganze, d. h. auf die menschliche Persönlichkeit. „Krank kann nur ein Individuum werden, auch selbstverständlich dann, wenn das Individuum ein Protist, also ein einzelliges ist. Aber für die Einzelzelle der Niere oder des Herzmuskels kann deshalb der Begriff der Krankheit nicht in Anspruch genommen werden, weil ihre Veränderung die Erkrankung des Ganzen ja erst hervorruft." L. R. Grote, Grundlagen ärztlicher Betrachtung, Berlin 1921, S. 14. Wir beobachten also auch in der Medizin eine personalistische Wendung, der in der Psychologie W. Stern in seinen letzten Werken zum Durchbruch verholfen hat.

bilden für den Sinnespsychologen die im Bewuſstsein angetroffenen natürlich gewachsenen Phänomene selbst, mögen sie sich nun einer einsetzenden Analyse gegenüber als elementar oder als komplex erweisen.[1] Es hieſs oben, die Einseitigkeit der Forschungsrichtung habe für die Sinnesphysiologie keine unmittelbaren ernsteren Nachteile gehabt, es sei hier hinzugesetzt, daſs das eigentlich nur so lange gilt, als man an der stillschweigenden Verabredung über eine Arbeitsteilung festhält, welche die Physiologie das Elementare, die Psychologie das Komplexe behandeln läſst. Wer diese Verabredung nicht anerkennt, wird von der Sinnesphysiologie auch Aufklärung über das Zusammenwirken der Sinneselemente fordern, das den komplexen Phänomenen zugrunde liegt.

Weder in den Lehrbüchern der Psychologie noch in den monographischen Darstellungen der Sinne der Haut findet man näheren Aufschluſs über solche Tastleistungen, wie sie den Ausgangspunkt der Einleitung bilden. Greifen wir einmal, um unsere eigenen Untersuchungen vorläufig an bereits Vorliegendes anzuknüpfen, eine Darstellung der einschlägigen Sinne heraus, wie sie Titchener in seinem sensistisch eingestellten Lehrbuch der Psychologie gegeben hat[2], die durch ihre Klarheit ausgezeichnet ist. Dann läſst sich zunächst einmal feststellen, daſs an unseren Tastleistungen vornehmlich der Tast-(Druck-)Sinn Titcheners beteiligt ist, daneben auch der Temperatursinn und die kinästhetischen Sinne (Muskel-, Sehnen-, Gelenksinn). Dem Schmerzsinn, der nach Titchener zusammen mit dem Druck- und Temperatursinn die Trias des Hautsinnes bildet, kommt für die Gesamtheit der von mir behandelten Leistungen keinerlei selbständige, sondern nur eine nuancierende Bedeutung zu. Die Art, wie der amerikanische Psycholog diese Sinne behandelt, ist wie bei allen anderen typisch atomisierend. Der Temperaturempfindung eignen nur „stoffliche" Charaktere, es fehlen ihr alle Gestaltungen, und nicht viel anders steht es mit dem Drucksinn. Die Untersuchung geht

---

[1] Man vergleiche hierzu die wertvollen Erwägungen, die H. Hofmann über den Empfindungsbegriff angestellt hat. Untersuchungen über den Empfindungsbegriff. Diss. Göttingen 1912.

[2] E. B. Titchener, Lehrbuch der Psychologie, übersetzt von O. Klemm, 1. Teil. Leipzig 1910, §§ 38—50.

zunächst auf die Eigenschaften der Empfindungen, die sich bei Reizung einzelner Druckpunkte einstellen. Aber auch wenn man die Untersuchungen über den Raumsinn der Haut mit Reizung mehrerer Druckpunkte hierher rechnen wollte, würde sich an dem atomistischen Charakter der Untersuchungen des Drucksinns nichts Wesentliches ändern. Es ist nun hier mit Nachdruck festzustellen, daſs all die hier berührten Erlebnisse Kunstprodukte des Bewuſstseins sind. So wie das Infunktionsetzen eines einzelnen Sinnesorgans, z. B. eines Druckpunktes, isoliert von den übrigen, auf künstlichem Wege erfolgt, so ist auch der im Anschluſs daran sich ergebende Bewuſstseinszustand nicht ein Gewächs des natürlichen Bewuſstseins, sondern ein Produkt, zu dessen Produktion das Bewuſstſein auf recht umständliche Weise gezwungen werden muſs.[1] Man denke nur an all die Vorkehrungen instrumentaler Art, deren es bedarf, um in exakter Weise einzelne Sinnespunkte, z. B. Druck-, Wärme- und Kältepunkte zu erregen. Die Herstellung der jeweiligen Versuchsumstände bedeutet die Schaffung von Situationen, die sich von den natürlichen Reizbedingungen ganz auſserordentlich entfernen, so sehr, daſs es selbst der unfaſsbar vielgestaltige Zufall des natürlichen Lebens kaum je zu derartigen Situationen und damit zu einer streng isolierten Erregung eines Sinneselementes kommen läſst. Die meisten Menschen dürften sterben, ohne je die Reizung eines isolierten Druck- oder Wärmepunktes oder eine echte Raumschwelle erlebt zu haben.[2] So wertvoll auch die Erkenntnis der Leistungen ist, zu denen unser Nervensystem durch künstliche Eingriffe angeregt werden kann, diese Eingriffe bestimmen sich ursprünglich doch fast alle durch das Bedürfnis nach Aufklärung der natürlichen Leistungen. Zwar läſst es, mit Wundt gesprochen,

---

[1] Diese Bewuſstseinserlebnisse wären also nicht als biogene und auch nicht als biomorphe (künstlich erzeugte, aber biogenen äquivalente) psychische Ereignisse im Sinne W. Baades zu bezeichnen. Über darstellende Psychologie. Bericht über den 6. Kongreſs f. exp. Psychologie. Leipzig 1914, S. 29.

[2] Daſs wir das Sinnesleben des Neugeborenen nicht mit den Sinneselementen beginnen lassen, versteht sich hiernach von selbst. Man vergleiche hierzu auch K. Koffka, Die Grundlagen der psychischen Entwicklung. Osterwieck a. Harz 1921, S. 93ff.

das Prinzip der Heterogonie der Zwecke in der Sinnesphysiologie gelegentlich zu Untersuchungen kommen, die sich so weit von der Basis der natürlichen Leistungen entfernen, dafs man ihnen ihre eigentliche Herkunft nicht mehr ansieht, aber häufig führt der Weg von den künstlich erzeugten Bewufstseinszuständen zu den natürlich gewachsenen zurück.[1] Weniger gilt das für die natürlich gewachsenen Tastphänomene, weil diese überhaupt eine geringe Berücksichtigung erfahren haben, wie die Zusammenstellung der wichtigsten in der Literatur erwähnten komplexeren natürlichen Tastphänomene im folgenden Paragraphen zeigen wird.

§ 3. Die komplexeren Tastphänomene in der vorliegenden Literatur.

Titchener behandelt in einem Kapitel seines oben angeführten Lehrbuchs anhangsweise „einige Verschmelzungen von Tastempfindungen", das Wichtigste davon lassen wir hier wörtlich folgen. „Der Unterschied zwischen hart und weich ist hauptsächlich ein Unterschied des der Hand begegnenden Widerstandes; und das bedeutet einen Unterschied in der Stärke des Druckes, den eine Gelenkfläche auf die andere ausübt. Dieser Unterschied weist somit mehr auf die Gelenke als auf die Haut zurück. Ferner ist der Unterschied zwischen glatt und rauh erstens ein Unterschied zwischen kontinuierlicher und intermittierender Bewegung und zweitens zwischen

---

[1] Das oben Gesagte hat eigentlich für die gesamte Psychologie Geltung, zwei beliebig herausgegriffene Beispiele mögen es illustrieren. Die Experimente der Tierpsychologie sind fast ohne Ausnahme durch Rätsel im natürlichen Verhalten der Tiere nahegelegt worden, und sie führen auch in der Regel zu einer Aufklärung jenes Verhaltens, aber die Tierpsychologie treibt das Tier durch geeignete Wahl der Versuchsbedingungen häufig zu Leistungen, die man bei ihm unter seinen natürlichen Lebensverhältnissen durchaus nicht vermuten konnte. — Das zweite Beispiel liefere die Kinderpsychologie. Der künstliche Eingriff in den Bewufstseinsverlauf des Kindes soll uns dessen natürlichen Gang verständlich machen. Aber bei manchen Individuen macht er uns mit ganz neuartigen, nicht vermuteten Welten bekannt, man denke dabei an die eidetischen Untersuchungen Jaenschs und seiner Schüler. E. R. Jaensch, Über den Aufbau der Wahrnehmungswelt und ihre Struktur im Jugendalter. Leipzig 1923.

gleichförmiger und wechselnder Reizung der Druckpunkte der Haut. Diese Unterscheidung weist somit auf die Gelenke und die Haut zusammen zurück.“ Es sei bereits hier ganz kurz kritisch angemerkt, dafs die Unterschiede hart und weich sowie glatt und rauh ohne merkliche Deutlichkeitseinbufse auch bei bewegtem Tastmaterial erlebt werden können, sie können also auch auf anderem Wege ausgelöst werden. „Scharf und stumpf unterscheiden sich erstlich wie Schmerz und Druck: ein Ding ist scharf, wenn es sticht oder schneidet, stumpf, wenn es diffuse Druckempfindungen hervorruft.“ „Feuchtigkeit ist ein Komplex von Druck und Temperatur. Es lassen sich experimentelle Bedingungen herstellen, die die Wahrnehmung der Feuchtigkeit von völlig trockenen Dingen hervorrufen — Blütenblätter, Lykopodiumpulver, Baumwolle, Metallscheiben; und es ist andererseits möglich, die Haut mit Wasser zu benetzen und die Empfindung eines trockenen Drucks oder einer trockenen Wärme hervorzurufen.“ „Klebrigkeit ist eine Mischung von kalt und weich: Die Kälteempfindungen und die Druckelemente der Weichheit müssen so verteilt sein, als sollten sie Feuchtigkeit ergeben.“ „Das Ölige rührt wahrscheinlich aus einer gewissen Verbindung von Glätte und Widerstand her; Bewegungen scheinen notwendig zu sein, um es wahrzunehmen. Den Eindruck von Zähigkeit kann man aus trockener Baumwolle erhalten.“ An diesen Ausführungen verdient als wertvoll die Erkenntnis herausgehoben zu werden, dafs der Eindruck von Feuchtigkeit, Klebrigkeit, Öligkeit entstehen kann, ohne dafs Körper als Reize dienen, die „in Wirklichkeit“ feucht, klebrig oder ölig sind.[1] Wir werden auf diese und auf ganz ähnliche andere Phänomene, die wir als Tastäquivalenzen bezeichnen, später zurückkommen (§ 29). Aber den Versuch einer summativen Ableitung der zuletzt geschilderten Eindrücke aus den namhaft gemachten Einzelempfindungen halten wir ebensowenig für statthaft wie etwa die Ableitung des Beleuchtungseindrucks aus der Summe der Erregungen der Netzhautelemente.

---

[1] Die neuere amerikanische Zeitschriftenliteratur bringt häufiger hierher gehörige Experimente. So behandeln z. B. den öligen Eindruck L. W. Cobbey und A. H. Sullivan, An exper. study of the perception of oiliness. *The amer. Journ. of Psychol.* **33**, 1922.

Wesentlich kürzer ist die Behandlung der komplexeren Tastphänomene bei EBBINGHAUS.[1] „Der Eindruck des Spitzen besteht in der Empfindung eines räumlich beschränkten Druckes. Bei Glätte und Rauhigkeit, Härte und Weichheit kombinieren sich verschiedenartige Druckempfindungen mit Bewegungs- und Widerstandsempfindungen. Nässe ist dann meist wieder eine Kombination von Glätte und Kühle, Trockenheit enthält in der Regel etwas von Rauhigkeit usf.“ In anderen Lehr- und Handbüchern der Psychologie ist unserem Gegenstand kaum ein breiterer Raum zugestanden, sofern seiner überhaupt Erwähnung geschieht.

Selbst wenn wir uns einer monographischen Darstellung der Druckempfindungen wie der T. THUNBERGS[2] zuwenden, finden wir die „zusammengesetzten Hautempfindungen“ nicht ausführlicher behandelt. „Die Empfindung von Nässe und Trockenheit sind nicht elementare Empfindungen, sondern Schlüsse, welche in verschiedener Weise aufgebaut werden können.“ Hier tritt uns die schon abgelehnte Anschauung, dafs komplexe Eindrücke wie Nässe und Trockenheit schlufsartig aufgebaut seien, expressis verbis entgegen. Wenn übrigens Blindgeborene diese Eindrücke auch haben, können nicht Gesichtsempfindungen notwendige Bestandteile derselben sein. „Zusammengesetzte Empfindungen, in welchen auch Hautempfindungen enthalten sind, sind die Empfindungen von Glätte und Rauhigkeit. Eine Erörterung der Bedingungen für die Entstehung dieser Empfindungen zeigt, welches die eingehenden Komponenten sind.“ „Durch die einfache Berührung eines Gegenstandes mit einer wenn auch noch so empfindlichen Hautstelle, z. B. einer Fingerspitze, erhält man keine Vorstellung von dem Grade von Glätte oder Rauhigkeit, der die Oberfläche des Gegenstandes auszeichnet. Nimmt man eine Reihe von Gegenständen, deren Oberflächenbeschaffenheit beträchtlich differiert, z. B. Sandpapier, verschiedene Zeuge, Papier von verschiedener Rauhigkeit, Metallblech usw., so findet man, wenn man damit nur die Haut berührt, oder mit der Haut

[1] H. EBBINGHAUS, Grundzüge der Psychologie. 4. Aufl., bearbeitet von K. BÜHLER. Leipzig 1919, S. 368.

[2] In W. NAGELS Handbuch der Physiologie des Menschen. Bd. 3. Braunschweig 1905, S. 706 ff.

sie berührt, dafs man auf diese Weise nur sehr grobe Differenzen beobachten kann. Erst wenn man, während z. B. die Fingerspitze die Oberfläche berührt, den Finger über die Fläche verschiebt oder wenn man, bei Ruhelage der Fingerspitze, den berührenden Gegenstand verschiebt, hat man die günstigen Bedingungen für eine wirkliche Auffassung des Charakters der Oberfläche. Die Sensation setzt sich also aus einer gleichförmigen Berührungsempfindung und einer Empfindung der mit Leichtigkeit gleichzeitig vor sich gehenden Verschiebung der Tastfläche gegenüber einem Gegenstande zusammen, also teils aus einer Hautempfindung, teils aus einer Empfindung aus dem Gebiete des Muskelsinns. Je gleichförmiger die Berührungsempfindung ist und je leichter die Verschiebung der Tastfläche vor sich geht, um so höher schätzen wir die Glätte des Gegenstandes". Von diesen Ausführungen Thunbergs werden wir das über die Bewegung als gestaltende Kraft angeführte in umfassendster Weise durch eigene Versuche bestätigt finden. Aber das wird für uns kein Anlafs sein, die Pfade der psychischen Chemie, welche von dem um die Erforschung des Hautsinns so sehr verdienten Gelehrten eingeschlagen werden, gleichfalls zu wandeln. Mit Beziehung auf das Verhältnis von Druck- und Glätteempfindungen scheint ein Forscher wie Alrutz Bedenken gegen einen derartigen Weg zu haben, wenn er sich im Anschlufs an beachtenswerte Versuche über den Eindruck der Glätte wie folgt äufsert: „Ich kann mir darum nicht vorstellen, dafs die Glätteempfindungen nur als summierte aufeinander folgende gleichartige Druckempfindungen aufzufassen sind. Ich glaube also, dafs etwas anderes dabei eine Rolle spielt." [1]

Die von uns getroffene Auslese von Beispielen dürfte genügen zur Erhärtung der Behauptung, dafs die Literatur bisher der Fülle der natürlich gewachsenen komplexen Tastphänomene wenig Beachtung geschenkt hat. Es mag nur noch hinzugefügt werden, dafs sich das Bild auch nicht wesentlich ändert, wenn man so verdienstvolle neuere Gesamtdarstellungen der Methodik zur Prüfung der Sinne der Haut und der Bewegungs-

---

[1] S. Alrutz, Neue Untersuchungen über Hautsinnesempfindungen. Bericht über den 1. Kongrefs f. exp. Psychologie. Leipzig 1904, S. 44.

organe wie die von M. v. Frey[1] und K. Goldstein[2] hinzunimmt.

§ 4. Gesichtswahrnehmung und Tastwahrnehmung.

1. Abgrenzung der Leistungen. Der ins Spezielle gehenden Darstellung des Systems der Tastphänomene, dessen Konstruktionsprinzip dem der Farbphänomene entlehnt werden wird, möge eine kurze Untersuchung über das allgemeine Verhältnis der Gesichtswahrnehmung zur Tastwahrnehmung vorausgeschickt werden. Das Auge vermittelt uns als ein erstes die Kenntnis der bunten und tonfreien Farben in der ganzen Mannigfaltigkeit ihrer Erscheinungsweisen. Die Farbmaterie (das Schwarz-Weiſs-Rot-Grün-sein usw.) hat scheinbar keinerlei Äquivalent in der Tastwahrnehmung. Was die Erscheinungsweisen der Farben angeht, so wurde seinerzeit geschieden zwischen den primären (Oberflächenfarben, Flächenfarben, raumhafte Farben usw.) und den sekundären, welch letztere Schöpfungen der Beleuchtung in all ihren Modifikationen sind.[3]

Im Gebiete des Tastsinns kommt nichts vor, was der Beleuchtung entspräche; damit entfallen alle sekundären Erscheinungsweisen der Tasteindrücke im Sinne der bei den Farbeneindrücken unterschiedenen.[4] Häufig enthalten schon die primären Erscheinungsweisen der Farben im Raum wichtige optische Hinweise auf die materielle Beschaffenheit des Er-

---

[1] Tigerstedt, Handbuch der physiologischen Methodik. Leipzig 1914.

[2] E. Abderhalden, Handbuch der biologischen Arbeitsmethoden. Abt. 6, Teil A. Berlin u. Wien 1923.

[3] Beleuchtung geht nicht summativ (dieses Wort im Sinne der Gestaltstheoretiker gebraucht) aus den einzelnen Farben hervor, die das Gesichtsfeld erfüllen; gegenüber diesen Farben stellt sie, wie ich schon in den Erscheinungsweisen I gezeigt habe, ein durch simultane Gesamtprozesse bedingtes Phänomen sui generis dar. Den Ausdruck „Gestalt“ möchte ich allerdings dem Beleuchtungseindruck gegenüber nicht anwenden.

[4] Man könnte daran denken, in den Phänomenen der klebrigen, öligen, feuchten ... Tastflächen die den sekundären Erscheinungsweisen der Farben entsprechenden Tastphänomene zu sehen. Auf die Unterscheidung von primären und sekundären Erscheinungsweisen der Tasteindrücke in dem Sinne, wie es früher geschehen ist (Erscheinungsweisen II S. 6) wollen wir in der vorliegenden Untersuchung verzichten.

scheinenden, wie z. B. im Fall der durchsichtigen und durchscheinenden Körper, wir werden von entsprechenden Erscheinungsweisen der Tastphänomene später Kenntnis zu nehmen haben. Wichtigere Aufschlüsse als die Erscheinungsweisen der Farben vermitteln uns über die materielle Beschaffenheit der Dinge ihre optisch wahrnehmbaren Oberflächenstrukturen. Was die taktil wahrnehmbaren Strukturen der Gegenstände angeht, so tritt der Tastsinn dem Gesichtssinn mindestens als gleichwertig an die Seite. Indem wir uns einer glücklichen von K. Bühler[1] vollzogenen Wortschöpfung für zuerst wohl in meinen Erscheinungsweisen der Farben aufgewiesene Phänomene bedienen, wollen wir von den Oberflächenstrukturen als von optischen oder taktilen mikromorphen Beschaffenheiten sprechen. Von makromorphen Beschaffenheiten sprechen wir im Hinblick auf die gröfseren an den Gegenständen unterschiedenen geometrischen Formen, sei es dafs es sich um flächenhafte oder um raumfüllende Formen handelt (Dreieck, Kreis, Würfel, Zylinder). In der Ebene liegende Figuren (Zeichnungen) sind nur dem Auge erkennbar, während den Raum füllende Körper auch dem Tastsinn zugänglich sind. Stereognostische Versuche sind ja in grofser Zahl bei Normalen, Geisteskranken und Blinden durchgeführt worden, aber selbst wo die taktilen Leistungen in der Auffassung makromorpher Beschaffenheiten auf die Spitze getrieben werden wie bei den des Augenlichts Beraubten, werden sie — im Gegensatz zur Auffassung mikromorpher Beschaffenheiten — den Leistungen des Auges nicht gleichwertig.

2. **Objektivierung und Subjektivierung bei Farbphänomenen und Tastphänomenen. Bipolarität der Tastphänomene.** Zuweilen scheidet man die Sinne in Nahsinne, bei denen eine unmittelbare Berührung der wahrgenommenen Gegenstände mit den empfindlichen Teilen des Leibes erfolgt und in Fernsinne, bei denen die Sinnesorgane durch Vermittlung eines Mediums (Luft, Licht) von Gegenständen erregt werden. Bei dieser Einteilung ist der Gesichts-

[1] K. Bühler, Handbuch der Psychologie. 1. Teil: Die Struktur der Wahrnehmungen. 1. Heft: Die Erscheinungsweisen der Farben. Jena 1922, S. 64.

sinn zu den Fernsinnen, der Tastsinn zu den Nahsinnen zu rechnen. Es gibt zwar Tastphänomene, nämlich die dem Sondenprinzip gehorchenden (§ 25), welche letzterer Zuteilung zu widersprechen scheinen, aber gemeinhin gilt doch, dafs Objekte, um tastbar zu sein, mit Teilen unserer Leibesoberfläche in unmittelbare Berührung gebracht werden müssen, während das Auge von Objekten in „astronomischer" Entfernung Kenntnis erhalten kann. Dieser Gegensatz hat einen beachtenswerten Unterschied in der Gegebenheitsweise von Tast- und von Farbeneindrücken zur Folge, der bereits hier kurz berührt werde.

„Es steht nicht im Einklang mit dem ursprünglichen Sinne des Wortes Empfindung, wenn man die Farben als Empfindungen bezeichnet. Jenem Sinne entspricht es wohl zu sagen, man empfinde Schmerz, Wollust, Wärme, Kälte, nicht aber, zu sagen, man empfinde Weifs, Rot oder Schwarz. Empfindungen sind im Sinne unserer Sprache etwas, was man in oder an seinem Leibe spürt, die Farben aber erscheinen stets aufserhalb unseres Leibes und insbesondere aufserhalb unseres Auges." [1] Farbphänomene unterliegen als solche tatsächlich immer einer Objektivation, sie werden auf den äufseren Raum bezogen, gilt das doch selbst für solche Phänomene, die wie die Nachbilder oder das subjektive Augengrau allein von Zuständen der Netzhaut und der Sehsphäre, nicht aber von äufseren Objekten abhängen. Spricht man hier von subjektiven Gesichtsempfindungen, so geschieht das nur rücksichtlich der fehlenden objektiven Reizquelle, keineswegs aber im Hinblick auf eine immanente Eigenschaft, die sie phänomenal als unserem Leib zugehörig erleben läfst. Erkennt man die Subjektivität eines Farbphänomens, so geschieht das immer auf Grund gewisser sekundärer Kriterien. Wir können uns mit unserer Aufmerksamkeit noch so sehr in ein subjektives Phänomen wie das Augengrau hineinbohren, nie gewinnt es dadurch auch nur eine Spur von dem, was uns als eine Zuständlichkeit unseres Körper-Ichs geläufig ist.

---

[1] E. Hering, Zur Lehre vom Lichtsinn. Sonderabdruck aus Gräfe-Sämischs Handbuch der gesamten Augenheilkunde. Teil 1, Kap. 12. Leipzig 1905, S. 4.

Ganz anders steht es mit den Tastphänomenen. Bei ihnen verbindet sich scheinbar unausweichlich eine subjektive auf den Leib bezogene Komponente mit einer anderen, welche auf Eigenschaften von Objekten geht, bipolar wollen wir darum die Tastphänomene nennen. Eine leichte kitzelnde Berührung mit einer Feder an einer Stelle, die wie der Handrücken für gewöhnlich nicht zum Tasten verwandt wird, kann allerdings der rein subjektiven Tastempfindung sehr nahe kommen, aber ganz unterdrückt wird auch in einem solchen Falle nicht der Hinweis auf den auslösenden Reiz. Umgekehrt: Es gibt Tastphänomene, die, zumal bei geeigneter innerer Einstellung, ausschliefslich Hinweis auf Objektives zu sein scheinen, aber eine Änderung der Einstellung vermag ganz im Gegensatz zu den subjektiven Gesichtsphänomenen das Empfindungsmäfsige an ihnen — darunter verstanden ein Zuständliches unseres Körpers — als eine anschaulich gegebene und nicht nur erschlossene Eigenschaft hervortreten zu lassen, schon die Lokalisation bedeutet ja Bezogenheit auf unseren Leib. Wenn auch aktuell entweder die subjektive oder die objektive Seite der Tastwahrnehmung nahezu unmerklich werden kann, ihre Bipolarität bleibt doch wenigstens anschaulich realisierbar.

Nach dem Ausgeführten kann die Frage der Subjektivierung und Objektivierung für Tastphänomene einmal in dem Sinn wie bei den Farbphänomenen gestellt werden: wann fassen wir ein Tastphänomen als ein solches auf, bei dem ein objektiver Reiz fehlt und nur eine endogene Erregung der Tastorgane besteht[1]; zum zweiten können wir fragen: wodurch bestimmt es sich, dafs bei einer objektiven Reizung sich einmal ein Tastphänomen einstellt, welches fast nur Hinweis auf Objektives ist, ein anderes Mal ein solches, welches ausgesprochen Empfindungscharakter besitzt.

Ob im Tastphänomen der objektive oder subjektive Pol stärker hervortritt, erweist sich zunächst abhängig von der

[1] Nach dem Verfahren, das C. W. Perky und O. Külpe bei der Gesichtswahrnehmung eingeschlagen haben, lassen sich natürlich auch für die Tastwahrnehmung Versuche über Objektivierung und Subjektivierung durchführen. Vgl. hierzu die späteren Ausführungen über eidetische Tastbilder § 12 Anhang.

berührten Stelle des Körpers. An Stellen, die weniger zum erkennenden Tasten verwandt werden, tritt das Subjektive stärker hervor, inneres Ohr, innere Nase sind solche Stellen. Werden wir an Leibesteilen berührt, die in der Regel Kleidung deckt (Rücken, Brust, Bauch), so herrscht das „Berührtsein“ vor. — Energischere Bewegung wirkt stärker objektivierend als sanfte von Kitzel begleitete. — Bei Bewegung des Tastorgans ist die Objektivierung stärker als bei Ruhe. — Schon Weber (a. a. O. S. 111) hat darauf aufmerksam gemacht, dafs bei Betastung eines Körperteils durch einen anderen der bewegte den ruhenden als Objekt fühlt. Eine sonderbare Spaltung zeigt sich, wenn die warme Hand die kalte Stirn berührt, die Wärme der Hand wird früher von der kalten Stirn empfunden, aber als Tastobjekt erscheint die Stirn (Weber). — Analytisch gerichtete Aufmerksamkeit läfst das Subjektive stärker hervortreten. Die Einstellung des praktischen Lebens ist andersgeartet. W. Schapp deutet etwas derartiges an. „Man mufs zweierlei Einstellungen zu den Dingen wohl unterscheiden: die Einstellung des werktätigen Menschen und die des theoretischen, des Menschen, dem es um Erkenntnis zu tun ist. Es ist etwas anderes, ob ich taste oder ob ich die Hand auflege. Dies in Berührungkommen mit den Dingen und sie wahrnehmen ist nicht eine Modifikation desselben, sondern es ist ein Ruck, wenn man von dem einen zum anderen übergeht.“ [1] Gewifs kann man mit H. Rupp [2] sagen: „Härte, Gewicht, Form, Gröfse, Spitzigkeit verlegen wir in den Gegenstand, nehmen wir an ihm, nicht an unserem Körper wahr“, aber der subjektive Pol fehlt doch auch dem Erlebnis der Härte usw. nicht. Es darf hier auch noch auf die Versuche Friedländers [3] hingewiesen werden, der dem alten Thema der gehobenen Gewichte neue Seiten abgewann, indem er die beiden Pole der den Gewichtseindruck bestimmenden Erlebnisse mit wechselnder Bestimmtheit hervortreten liefs.

---

[1] Beiträge zur Phänomenologie der Wahrnehmung. Diss. Göttingen 1910, S. 33, 34.

[2] Probleme und Apparate zur experimentellen Pädagogik und Jugendpsychologie. Leipzig 1919, S. 159.

[3] H. Friedländer, Die Wahrnehmung der Schwere. *Zeitschr. f. Psychol* 83, 1919.

Verglichen mit dem Tasteindruck zeigt der Temperatureindruck durchgängig eine stärkere Ausprägung des subjektiven Pols, der objektive Pol kann hier völlig verschwinden, wenn wir Wärme und Kälte als reine Zuständlichkeiten unseres Leibes erleben.[1] Die Schmerzempfindungen der Haut schliefslich treten überhaupt ausschliefslich im subjektiven Gewand auf.[2]

Kapitel II.
Die Arten der Tastphänomene.

§ 5. Monotonie der Tastmaterie und Polymorphie ihrer Erscheinungsweisen.

1. Zurückstellung des genetischen Gesichtspunktes. Wir bringen hier zunächst gegenüber den Erscheinungsweisen der tastbaren Welt die Methode der schlichten Beschreibung in Anwendung, die uns auch gegenüber den Erscheinungsweisen der Farben einen ersten ordnenden Überblick ermöglichte. Unbeschadet der späteren Untersuchung des „Woher" fragen wir vorläufig nur nach dem „Wie" der Gegebenheit der tastbaren Welt. Gebrauchen wir das Wort tasten zunächst einmal ruhig in der umfassendsten Weise

[1] Auch die sprachliche Form läfst dort, wo die Empfindung zum Gegenstand eines Urteils gemacht wird, die Verteilung der Akzente subjektiv und objektiv deutlich erkennen. „Bei Temperaturen formulieren wir unser Urteil bald wie auf optischem Gebiet: Es ist warm, es ist kalt, bald so, wie es optisch nicht möglich wäre: Mir ist, ich bin, ich fühle mich warm oder kalt." U. Ebbecke, Über die Temperaturempfindung in ihrer Abhängigkeit von der Hautdurchblutung und von den Reflexzentren. *Pflügers Archiv*, **169**, 1917, S. 396. — Die Mannigfaltigkeit des sprachlichen Ausdrucks kann übrigens gelegentlich einen Reichtum von sinnlichen Elementen vortäuschen, wo in Wirklichkeit nur die verschiedenen Gestaltungen einer Art elementarer Erregungen vorliegen. Die Erregung des Tastsinns kann Anlafs werden, dafs man nicht nur von Tastempfindungen, sondern auch von Druck-, Zug-, Spannungs-, Kitzel-, Widerstands- und noch anderen Empfindungen spricht.

[2] Das ist neuerdings auch stark von Joh. Daniel Achelis betont worden. „Schmerz ist nie Eigenschaft eines Gegenstandes, so wenig Sattsein die Eigenschaft der Nahrung ist." „Die Empfindung Schmerz wird also niemals objektiviert, denn sie kann es ihrem Wesen nach nicht." *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.*, **56**, 1924, S. 38.

der Vulgärpsychologie[1], wobei noch ganz dahingestellt bleibt, welche Sinnesorgane der Haut neben denen des eigentlichen Tast-(Druck-)Sinns oder welche anderen Organe neben denen der Haut zum Aufbau dessen beitragen, was sich als die tastbare Welt gibt. Wir vernachlässigen also in diesem Stadium der Betrachtung alles Physiologische, trennen vorläufig die Tasterlebnisse auch nicht danach, ob sie von sehr empfindlichen Stellen, wie etwa den Fingerballen, oder von weniger empfindlichen, wie etwa dem Rücken, geliefert werden. Wie von den subjektiven Bedingungen des Ortes der Reizung kann hier auch noch abgesehen werden von ihren objektiven Bedingungen, von der Natur der Reizmittel. Man wird schon aus dem jedesmaligen Zusammenhang entnehmen können, ob das Wort „tasten“ in einem engeren Sinn als dem des populären Sprachgebrauchs gemeint ist.

2. „Tastwert“ oder „Tastmaterie“ und Erscheinungsweise von Tastphänomenen. Ich erinnere kurz daran, dafs Farbwert oder Farbmaterie dasjenige Moment ist, welches gleichbleiben kann, wenn sich die Erscheinungsweise eines Farbeindrucks ändert. Beispiel: Urrot kann als Flächenfarbe, Oberflächenfarbe usw. auftreten. Was entspricht am Tastphänomen der Farbmaterie, was der Erscheinungsweise? Sinngemäfs wäre das, was beim Tasterlebnis im Wechsel des Harten, des Weichen, des Rauhen, des Glatten usw. beharrt, als Tastmaterie anzusprechen, das, was sich in struktureller Hinsicht ändern kann, als Erscheinungsweise der Tastmaterie. Farbmaterie eines Farbeindrucks kann jede einzelne von uns unterschiedene bunte oder tonfreie Farbe werden, also der ganze Reichtum dieser dreidimensionalen Mannigfaltigkeit. Was ist dem auf seiten des Tastsinns gegenüberzustellen? Lassen wir zunächst Titchener zu Wort kommen, der (a. a. O. S. 146f.) die Tastempfindungen in kurzer, aber treffender Weise geschildert hat. „Wenn man mit der Spitze eines Bleistifts eines der Haare streift, die spärlich über den Handrücken verteilt sind, so erhält man eine schwache Empfindung von

---

[1] Nach Grimms Wörterbuch kommt „tasten“ aus dem italienischen „tastare“, von einem mittelitalienischen „taxitare“, iterativ des lateinischen „taxare“, befühlen.

heller Qualität, die etwas kitzelnd ist und, trotzdem sie dünn und fadenförmig ist, doch etwas Körperliches an sich hat. Diese Empfindung, welche wir die Berührungsempfindung nennen können, ist physiologisch eine schwache Druckempfindung." TITCHENER schreibt dann, wie man mit Hilfe eines Rofshaars in der bekannten Weise Druckempfindungen verschiedener Intensität gewinnen kann. „Indem man das Rofshaar auf den Druckpunkt mit verschiedener Druckstärke einwirken läfst, ist es möglich, Druckempfindungen von verschiedenen Intensitätsgraden hervorzurufen. Man erhält zuerst die fadenförmige helle Empfindung des vorigen Experiments. Wenn der Druck zunimmt, wird auch die Empfindung schwerer und fester, bisweilen hat sie etwas Pralles, Zitterndes, Elastisches an sich; bisweilen erscheint sie einfach als ein kleiner Zylinder von festem Druck. Endlich bei noch höheren Intensitäten wird die Empfindung körnig; es ist, als ob man auf ein kleines, hartes Samenkorn drückte, das in die Haut eingebettet ist. Die körnige Empfindung ist oft mit einem schwachen Schmerz gefärbt, der aus der Beimischung einer Schmerzempfindung herrührt, und wird manchmal von einer dunklen, diffusen Empfindung begleitet, die aus dem subkutanen Gewebe stammt. Sie kann indessen als reine Druckempfindung auftreten."

Wenn ich zu der vorstehenden Beschreibung bemerke, dafs sie von allen mir bekannten diejenige ist, welche den Tast-(Druck-)Empfindungen noch die reichste Ausstattung gewährt, so dürfen wir wohl sagen, dafs die Tast-(Druck-)Empfindungen gegenüber den Farbenempfindungen durch eine ganz ungewöhnliche Eintönigkeit auffallen. Nichts entspricht bei ihnen dem Unterschied der bunten und tonfreien Farben, nichts den verschiedenen Qualitäten des Farbenkreises. Stellt man sich auf den Standpunkt derjenigen, die bei den tonfreien Farben glauben von Intensitätsreihen sprechen zu müssen, so gibt es zwar eine Parallele zwischen ihnen und der Reihe der Druckintensitäten, aber wie bescheiden nimmt sich die Reihe der unterscheidbaren Intensitäten und der sonst noch hierher zu rechnenden Modifikationen (man vergleiche hierzu die sogleich folgenden Ausführungen TITCHENERS) der Tast-

empfindung aus gegenüber dem Reichtum der Empfindungsstufen, den allein die Schwarz-Weiſs-Reihe aufweist.

Diese Gegenüberstellung der Farben- und der Tastmaterie läſst eine wichtige Seite unseres neuen Untersuchungsgebietes hervortreten, das ist die aufserordentlich grofse Monotonie der Tastmaterie. Zur Monotonie der Tastmaterie steht die Polymorphie der Tastwelt in einem auffälligen Gegensatz, denn die Tastmaterie wird zu einer Formenwelt ausgestaltet, die sich derjenigen der Farben mindestens als gleichwertig erweist. Es mag schon hier erwähnt werden, daſs dieser Sachverhalt auf starke und mannigfaltige zentrale Kräfte beim Aufbau der tastbaren Welt verweist.

Der Gegensatz, den wir hier in die Worte gekleidet haben: Monotonie der Tastmaterie — Polymorphie der Tastwelt, hat Titchener (a. a. O. S. 148f.) zu folgenden Ausführungen gebracht, die ich wohl wegen ihrer Bedeutsamkeit für spätere Betrachtungen mit voller Ausführlichkeit wiedergeben darf. „Es scheint zuerst kaum glaubhaft, daſs die Endorgane des Drucksinns nicht für die Aufnahme verschiedener Arten von Reizen differenziert sein sollen. Wenn wir die groſse Mannigfaltigkeit unserer Tasterlebnisse bedenken, und wenn wir uns weiterhin erinnern, daſs derselbe Reiz erheblich verschiedene Wirkungen hat, wenn er auf verschiedene Stellen der Haut einwirkt, so sind wir beinahe gezwungen, eine Anzahl von qualitativ verschiedenen Empfindungen anzunehmen. Nichtsdestoweniger ist das Veto, das das Experiment einlegt, hier . . . entscheidend. Und wir dürfen andererseits nicht folgende Tatsachen vergessen. Erstens sind die Reize, die normalerweise die Haut treffen, flächenhafte Reize, die eine Gruppe von verschieden abgestimmten Tastorganen erregen; und die Struktur der Haut selbst und der unterliegenden Gewebe variieren von Ort zu Ort. Hierin sind alle Bedingungen für typische Unterschiede der Intensität und des zeitlichen Verlaufs der Druckempfindungen in der gewöhnlichen Erfahrung gegeben.[1] Nun sind die Empfindungen, welche wir Berührung,

---

[1] Ein Gehirnverletzter mit vollständigem Verlust des optischen Vorstellungsvermögens konnte keinerlei Angaben über Qualitätsunter-

Druck und körnigen Druck genannt haben, obgleich sie durch verschiedene Intensitäten desselben Reizes hervorgerufen und aus diesem Grunde gewöhnlich als verschiedene Intensitäten derselben Qualität betrachtet werden, zum mindesten so verschieden wie Rot und Rosa oder Gelb und Orange; und wenn wir sie nicht psychologische Qualitäten nennen wollen, so müssen wir wenigstens sagen, dafs sie für den Tastsinn dieselben Dienste leisten, wie eine wahre qualitative Differenzierung für die anderen Sinne. Zweitens erregt die Mehrheit der normalen Reize andere in der Haut und unter ihr liegende Organe neben denen des Drucksinnes. Daher bestehen unsere meisten Tasterlebnisse genau genommen aus mehr als einer Qualität, da sie aus mehr als einem Sinne herstammen. Drittens beschäftigt sich die Aufmerksamkeit mehr mit dem einwirkenden Objekt als mit der Empfindung, die es hervorruft. Hierbei entlehnt der Tastsinn vom Gesichtssinn . . . die optischen Bilder der Form, Gröfse, Struktur usf., sind so fest mit dem Tasteindruck des Reizes assoziiert, dafs der Haut ein guter Teil der durch das Auge vollzogenen Leistungen zugeschrieben wird.“ Sehen wir einmal von Einzelheiten ab, so enthalten Titcheners Ausführungen jedenfalls auch eine Bestätigung unserer Formulierung von der Bedeutsamkeit der zentralen psychischen Faktoren für den Aufbau der tastbaren Welt.

Die Gegenüberstellung von Farb- und Tastphänomenen läfst es angebracht erscheinen, hier kurz eines technischen Unterschiedes ihrer Herstellbarkeit zu gedenken. Die Methodik der Farbpsychologie ist seit langem gut ausgebaut, das Spektrum bietet ein durchsichtiges Mittel, um Farben in stets gleicher Weise zu erzeugen. Aber auch die Methoden zur Herstellung beliebiger Erscheinungsweisen sind einfach, durchsichtig und leicht zu beschreiben. Im Tastgebiet gibt es kein Darstellungsmittel wie das Spektrum. Die Apparatur für die Erzeugung der verschiedenen Tastformen ist zwar nicht kompliziert, aber

---

schiede bei Berührung verschiedener Stellen der Haut machen. Nach Goldstein und Gelb spricht das gegen die Annahme einiger Forscher, „dafs jeder unterscheidbare Hautpunkt eine besondere qualitative Färbung hat“. K. Goldstein u. A. Gelb, Über den Einflufs des vollständigen Verlustes des optischen Vorstellungsvermögens auf das taktile Erkennen. *Zeitschr. f. Psychol.* **83**, 1919, S. 12.

doch weniger durchsichtig und erfordert jedesmalige umständliche Beschreibung.

§ 6. Oberflächentastung und raumfüllendes Tastquale.

Die erste Scheidung, zu der uns die Analyse der Farbphänomene führte, betraf die der Flächen- und Oberflächenfarben. Leicht ist der Nachweis zu erbringen, dafs es Tastphänomene gibt, die in fast allen Beziehungen den Oberflächenfarben entsprechen, wir wollen sie in sprachlicher Analogie als Oberflächentastungen bezeichnen. Oberflächentastungen erleben wir, wenn wir mit der Hand einen Körper aus Holz, Metall, Glas, Tuch oder anderem Material betasten. Welches sind die allen diesen Tastphänomenen gemeinsamen Eigenschaften? Wir haben in jedem Fall eine zusammenhängende lückenlose Tastfläche vor uns. Diese Tastfläche liegt in der Oberfläche des Körpers, an dem sie auftritt, sie macht alle Krümmungen desselben mit. Es macht keinen Unterschied, ob wir ein völlig unnachgiebiges Material vor uns haben wie etwa Glas, oder ob wir einen auf harter Unterlage ausgebreiteten weichen Wollstoff betasten, immer ist es so, dafs sich dem Bewufstsein ein zweidimensionales Tastgebilde darbietet, welches den Raum abschliefst. Eine Oberflächentastung kann wie eine Oberflächenfarbe jede beliebige Lokalisation im Raum erfahren. Ihre Entfernung vom Wahrnehmenden und ihre Orientierung zu ihm können — immer natürlich innerhalb der durch unseren Körperbau bedingten Grenzen — von Fall zu Fall sehr verschieden sein, die Oberflächentastung ist aber in beiden Beziehungen in jedem konkreten Fall im Raum festgelegt. So wie die Oberflächenfarbe auf die optische Eigenschaft eines Gegenstandes verweist, gibt uns die Oberflächentastung die taktile Eigenschaft des Körpers, wenn auch beides nicht in ganz der gleichen Weise erfolgt, wie spätere Ausführungen noch zeigen werden.

Wenn vorstehend von der Lokalisation von Oberflächentastungen im Raum die Rede war, so ist darunter der Tastraum des normalen Sehenden bei geschlossenen Augen zu verstehen. Wir setzen auch bei allen folgenden Analysen normale Beobachter voraus. Es kann vorläufig dahingestellt bleiben,

von welcher Art die Beziehungen zwischen visuellem und taktilem Raum sind. Wir werden im § 46 ausführlich die Frage behandeln, welchen Einfluſs das Optische auf die Tastwahrnehmung besitzt.

Gibt es Tastphänomene, die den Flächenfarben an die Seite zu stellen sind? Man könnte glauben, zu ihnen zu gelangen, wenn man die Oberflächentastung lockerer und lockerer macht, von harten Materialien wie Holz und Metall zu immer weicheren wie Tuch und Watte überginge. Indessen auch die weichste und lockerste Oberfläche gibt immer nur Tasteindrücke, die ihrer Struktur nach Oberflächentastungen sind. Ich sehe die den Flächenfarben entsprechenden Tasteindrücke vielmehr in Phänomenen der folgenden Art. Wenn man gegen die Hand einen kräftigen Luftstrom blasen läſst oder sie mit hinreichender Geschwindigkeit in Flüssigkeiten verschiedener Konsistenz bewegt, so erlebt man ein Tastphänomen, welches die gröſste Unbestimmtheit der Formung zu besitzen scheint, die überhaupt erreichbar ist. Dieses Tastphänomen hat keine Anordnung in einer Oberfläche von angebbarer Form, es hat eine gewisse Dicke, ohne doch mit Sicherheit als raumhaft angesprochen werden zu können, denn es fehlt eine hintere abschlieſsende Grenze wie bei den raumhaften Tastungen, die wir unten kennen lernen werden. Unser Tastphänomen hat auch nicht wie die Oberflächentastung eine feste Orientierung im Raume. Das hier vorliegende, der Flächenfarbe entsprechende Tastphänomen soll in Ermangelung eines besseren Terminus als raumfüllendes Tastquale bezeichnet werden. Ohne nach seiner Erkenntnisfunktion mit den Flächenfarben auf ganz gleicher Stufe zu stehen, ist das neue Tastphänomen doch auch wie die Flächenfarbe negativ dadurch gekennzeichnet, daſs es nicht die Eigenschaft eines Körpers repräsentiert, an welcher dieser mit Sicherheit wiedererkannt werden könnte. Das raumfüllende Tastquale kann nur ein Material, aber nicht einen Gegenstand charakterisieren. Wenn man sich durch eines der genannten Mittel ein raumfüllendes Tastquale verschafft — ich muſs hier wiederholen, was ich gelegentlich in den Erscheinungsweisen der Farben gesagt habe, daſs auch die eingehendste Schilderung kein voll befriedigendes Bild von solchen elementaren Phänomenen zu geben vermag — so wird

man auch noch die Lockerheit seines Gefüges feststellen können, die es doch nicht zu einer ausgesprochenen Unstetigkeit oder Lückenhaftigkeit kommen läfst. Im raumfüllenden Tastquale tritt der subjektive Pol stärker hervor als in der Oberflächentastung, aber es wäre falsch, wollte man sagen, das Phänomen erschöpfe sich im Subjektiven. Das Bewufstsein einer tastbaren Objektivität ist vorhanden, mag diese auch etwas den Charakter der Augenblicksschöpfung und den Stempel des Vergänglichen tragen.[1]

Wir sagten früher: eine Oberflächenfarbe bietet dem Blick Widerstand, in eine Flächenfarbe können wir in gewissem Sinn eindringen. Beides war natürlich bildlich gesprochen, echte Widerstandserlebnisse treffen wir nur in dem vorliegenden Untersuchungsgebiet an. Etwa schon bei der Oberflächentastung? Ein Widerstandserlebnis kann verbunden mit ihr auftreten, mufs es aber nicht, soweit ich es zu beurteilen vermag. Wenn man irgendeine Fläche, z. B. aus Holz, leicht mit den Fingern betastet, so stellt sich eine genau charakterisierte Oberflächentastung ein, ohne dafs ein ausgesprochenes Widerstandserlebnis zugleich gegeben wäre. Wir wollen nun den Druck der Finger bei jeder neuen Betastung erhöhen bis zur äufsersten Grenze, dann stellt sich von einem bestimmten Punkt an ein Widerstandsphänomen ein und steigt auch zu einem Maximum an, aber durch das ganze Intervall, von dem Punkt an, wo das Widerstandsphänomen eben anfängt bis zu dem höchsten Grad seiner Ausgeprägtheit ändert sich die Natur der Oberflächentastung nicht wesentlich. Gehörte das Widerstandserlebnis unabtrennlich zu unserer Oberflächentastung, so müfste diese durch eine so weitgehende Variation des Widerstandserlebnisses völlig verändert werden.[2] Was

---

[1] Die bewegte Atmosphäre tritt uns subjektiv als raumhaftes Tastquale entgegen. Dieses raumhafte Tastquale dürfte keine geringe Rolle gespielt haben bei der Anregung der Seele des primitiven Menschen zur animistischen Interpretation der Vorgänge der unbelebten Natur.

[2] Nach F. Kiesow (*Arch. f. d. ges. Psychol.* 22, 1911, S. 62) ist auch von H. Aubert und O. Kammler (Moleschotts Untersuchungen V, 1858) die Frage, ob es eine „reine Tastempfindung" und „Berührung ohne Druck" gebe, bejaht worden. Die Berührungsempfindung sei wohl von der Druckempfindung verschieden, sei aber gleichwohl auf allen Körper-

sehr leicht dazu verleiten kann, der Oberflächentastung das Widerstandserlebnis als unabtrennbaren Teilinhalt zuzusprechen, ist ihre Eigenschaft der Undurchdringlichkeit. Das ist tatsächlich eine wichtige Eigenschaft der Oberflächentastung, dafs wir nicht in sie eindringen können; diese Eigenschaft setzt sich gegenüber dem tastenden Organ, das den Druck über eine gewisse Grenze hinaus steigert, in lebendigen Widerstand um. Ganz anders liegen die Verhältnisse bei dem Tastphänomen, das wir als raumfüllendes Tastquale bezeichnet haben. Bei ihm ist das Widerstandsphänomen nicht wegzudenken, ohne es selbst aufzuheben, es ändert sich mit der lebendigen Kraft der Strömung, welche die Hand trifft, und es verschwindet, wenn diese gleich Null wird. Der Widerstand, der dieses Erlebnis kennzeichnet, ist nicht starr, sondern wird als elastisch erlebt. Ist die Flächenfarbe im wesentlichen frontalparallel gerichtet, so ist hier das Tastquale im wesentlichen senkrecht zum Tastorgan orientiert.

Gegenüber dem Gesichts- und Gehörssinn sind die Sinne der Haut und die ihnen zugerechneten kinästhetischen Sinne von den Psychologen immer etwas stiefmütterlich behandelt worden, sehr zu Unrecht, liegen doch in ihnen, wie sich aus dem vorstehenden ergibt, die psychologischen Wurzeln für die physikalischen Begriffe Undurchdringlichkeit, Widerstand und Kraft. Im Hinblick auf solche und andere Tatsachen stimmen wir J. Petzoldt zu, wenn er sagt, dafs die Mechanik aus dem Tastsinn entstanden sei wie die Optik aus dem Gesichtssinn (Annalen der Physik II. Leipzig 1919).

§ 7. Raumhafte Tastphänomene.

Wir legen auf eine feste Unterlage einen kleinen Gegenstand, wie etwa eine Streichholzschachtel, und bedecken ihn mit einer dicken Watteschicht oder mehreren Decken. Wenn wir dann den Gegenstand betasten mit der Absicht, seine Form zu erkennen, erhalten wir von ihm eine mehr oder weniger zutreffende Vorstellung und gleichzeitig gibt sich uns die darüberliegende Watte- oder Deckenschicht als raumhaftes

---

stellen durch einen physikalischen Druck hervorgerufen, der nur an Gröfse variiere.

Tastphänomen. Man mufs bei diesem Versuch wirklich von der Absicht durchdrungen sein, den unter der Schicht liegenden Gegenstand zu erkennen; nur in diesem Fall tritt das Erlebnis der Oberflächentastung zurück, das die Oberfläche der Watte oder der Decken für gewöhnlich auslöst. Hat man die richtige Einstellung, so ist der Eindruck, den die bedeckende Schicht veranlafst, durchaus der einer mit einer weichen Masse ausgefüllten raumhaften Schicht.

Raumhafte Farben sind nur deutlich, wenn Gegenstände durch sie hindurchgesehen werden. Ein mit Milchlösung angefüllter Trog läfst nicht vor dem Himmel mit seiner Flächenfarbe raumhafte Farbe sehen, wohl aber dort, wo Gegenstände hinter ihm liegen. So gibt nun auch eine Watteschicht noch kein deutlich raumhaftes Tasterlebnis, solange sie auf einer ebenen Unterlage ruht und kein plastisch gestalteter Körper durch sie getastet wird. Eine solche Watteschicht gibt bei leichtem Druck eine Oberflächentastung, bei Bewegung der Hand mit etwas stärkerem Druck hat man den Eindruck einer weichen, aber nicht deutlich raumhaften Tastschicht. Wie die raumhafte Farbe bei einer mittleren Stärke des Nebels am deutlichsten ist, so ist auch das raumhafte Tasterlebnis bei mittlerer Stärke der Watteschicht am deutlichsten. Die weiche Masse der Watte scheint den festen Körper ganz dicht zu umhüllen, sie hat ihre Grenzen dort, wo die Oberfläche des Körpers zu beginnen scheint. Wie die Raumfarbe um so deutlicher wirkt, je eindrucksvoller das Körperhafte der hinter ihr liegenden Gegenstände ist, so ist auch der raumhafte Tasteindruck um so ausgeprägter, je bestimmter die Körperhaftigkeit des hinter der Watteschicht liegenden Körpers hervortritt. Die raumhafte Farbe des Nebels verschluckt Feinheiten der Oberflächenstruktur der Körper und ist vor deren Konturen besonders deutlich; so verdeckt auch die Watte Feinheiten der Oberfläche und wird nur vor den Konturen der getasteten Körper prägnant raumhaft. Wird Nebel zu dicht, so verschwindet mit den Gegenständen auch seine Raumhaftigkeit, ganz so verliert sich die Raumhaftigkeit des Tastphänomens bei sehr dicker Watteschicht, die den umhüllten Körper nicht mehr fühlen läfst.

Raumhafte Tasterlebnisse spielen in der Praxis des Arztes

eine gewisse Rolle, ohne allerdings als solche gröfsere Beachtung zu finden. Bei der ärztlichen Palpation kommt es ja darauf an, die inneren Organe und krankhafte Änderungen an ihnen durch die Haut und etwaige Fettschichten hindurch zu ertasten. Die Aufmerksamkeit zielt auf die Organe, die untersucht werden sollen, nicht auf das, was zwischen ihnen und der tastenden Hand liegt und als raumhaftes Tastphänomen gegeben ist.

§ 8. Durchtastete Flächen.

Treffen wir unter den Tastphänomenen auch die den durchscheinenden Farbphänomenen entsprechenden an? Das ist tatsächlich der Fall. Man nehme ein nicht zu starkes Papier oder einen Tuchstoff und bewege ihn, ohne ihn selbst an den Fingern stärker vorbeigleiten zu lassen, über eine beliebige feste Unterlage aus Holz, Metall oder irgend ein anderes Material hin und her. Man erlebt dann die Unterlage, deren Oberflächenstruktur je nach der Stärke des vor die Finger genommenen Papiers oder Tuchstoffs mit verschiedener, aber mit Rücksicht auf den verhüllenden Einflufs jener Medien mit einer überraschend grofsen Deutlichkeit wahrgenommen wird. Während man nun die Struktur der Unterlage erlebt, verliert man in keinem Augenblick den Eindruck, eine dünne Fläche vor den Fingern zu haben, durch die hindurch man jene Unterlage tastet. Das Erlebnis der durchtasteten Fläche besteht mit aller Deutlichkeit neben dem der Oberflächentastung, von einer Verschmelzung der beiden Tasteindrücke kann, so lange nur die Bewegung anhält, keine Rede sein. Bei geeigneter Wahl der Versuchsbedingungen (leichteres Gleiten des Zwischenmediums) und zweckentsprechender Einstellung der Aufmerksamkeit können übrigens gleichzeitig die Oberflächenstruktur der Unterlage, die Oberflächenstruktur der sie verhüllenden Schicht sowie diese verhüllende Schicht selbst wahrgenommen werden.

Tasterlebnisse der vorstehend geschilderten Art sind uns auch aus der Praxis des Lebens bekannt, man hat sie jedesmal, wenn man mit der mit einem Handschuh bewaffneten Hand etwas betastet; der Stoff des Handschuhs stellt dabei die durchtastete Fläche dar. Auch dem Mediziner begegnen

in der Praxis solche Tastphänomene, wenn er z. B. eine Betastung vornimmt, bei der er sich, um eine Infektion zu verhüten, mit Gummifingern versehen hat. Allerdings ist das Phänomen der durchtasteten Fläche in diesen Fällen weniger ausgeprägt, weil einerseits die Membran sich dem tastenden Organ so fest anlegt, dafs zwischen ihm und dem tastenden Organ nicht mehr die geringste Verschiebung einzutreten vermag und weil andererseits die Membran in der Regel sehr dünn ist, was auch dem Zustandekommen des Phänomens nicht günstig ist. Bei sehr dünnen Gummifingern kann allein der Eindruck einer gewissen Taubheit im Finger den Verhüllungseindruck ersetzen.

So wie die Grenze zwischen den durchscheinenden Flächenfarben und den Raumfarben flüssig ist, lassen sich auch durch geeignete Versuchsanordnungen alle Übergänge zwischen dem raumhaften Tastphänomen und dem Eindruck der dünnsten durchtasteten Fläche herstellen.

Es ist auf die Bedeutung der Bewegung für die Deutlichkeit der durchtasteten Fläche hingewiesen worden. Ich benutze die Gelegenheit, um in Ergänzung zu meinen früheren Ausführungen über die durchscheinenden Farben (Erscheinungsweisen I, S. 15 ff.) zu bemerken, dafs auch sie aufserordentlich an Deutlichkeit gewinnen, wenn das benutzte Medium (Rauchglas, Gelatine, Episkotister) bewegt wird resp. wenn sich der Kopf gegen das Medium bewegt. Ganz auffällig wird die Zunahme der Durchsichtigkeit, wenn man ein auf bedrucktem Grund aufliegendes Florpapier in Bewegung setzt, wobei allerdings physikalische Umstände neben den psychologischen der Durchsichtigkeit förderlich werden.[1]

§ 9. Modifikationen und Spezifikationen von Oberflächentastungen.

Das bunte Farbenkleid, in dem sich die Welt uns präsentiert, erweist sich bei näherer Untersuchung als eine Art Luxus, der zur optischen Orientierung weniger beiträgt, als

[1] Auch W. Fuchs hat neuerdings darauf hingewiesen, wie infolge von Bewegung die Durchsichtigkeit farbiger Eindrücke an Deutlichkeit gewinnt. *Zeitschr. f. Psychol.* **91**, 1923, S. 220.

man von vornherein annehmen möchte. Selbst Personen mit totaler Farbenblindheit, die sich der ästhetischen Genüsse völlig beraubt sehen, welche dem Farbentüchtigen offen stehen, brauchen sich darum unter den Gegenständen ihrer Umgebung nicht so viel schlechter zurechtzufinden. Raumsinn und Formensinn stehen ihnen wie dem Normalen zur Verfügung, bei der Erkennung von Material unterstützt sie dessen mikromorphe Beschaffenheit. Ein Papier kann alle Farben tragen, die im System der Oberflächenfarben auftreten, immer wird es doch als Papier an seiner Struktur erkannt werden, diese aber ist auch dem Farbenblinden zugänglich. Die Farbe kann täuschen, nicht so leicht die Struktur. Die Farbe mufs für Täuschungszwecke häufig herhalten, die Struktur läfst sich nicht so leicht mifsbrauchen. Sind wir früher (Erscheinungsweisen I, S. 91 ff.) der optischen Oberflächenstruktur nachgegangen, so sei jetzt die Frage nach den Abarten der taktilen Oberflächenstruktur erhoben.

Die oben (S. 26) gegebene Beschreibung der Oberflächentastung entbehrt nicht ganz der vereinfachenden Abstraktion, denn in der wirklichen psychologischen Erfahrung kommen Oberflächentastungen schlechthin, welche nur die dort geschilderten und nicht noch auszeichnende und sie unterscheidende Eigenschaften hätten, ebensowenig vor wie optische Oberflächen, die nicht irgendeine besondere Struktur aufwiesen. Wir haben nie den Eindruck einer „allgemeinen“ Fläche, sondern den der harten oder weichen, der rauhen oder glatten usw. Von der harten Metallfläche bis zur weichen Tuchfläche kommen alle Übergänge vor, ebenso treffen wir in der Erfahrung alle Zwischenglieder zwischen der gröfsten Glätte und der ausgesprochensten Rauhigkeit an. Es macht keine Schwierigkeiten, Beispiele beliebiger Kombinationen zwischen den Eigenschaften der Reihe hart-weich und der Reihe glatt-rauh aufzuweisen. Das sei an 4 Extremen verdeutlicht: Glas als harte Glätte, Schmirgelpapier als harte Rauhigkeit, Seide als weiche Glätte und Billardtuch als weiche Rauhigkeit.

Um uns kurz ausdrücken zu können, wollen wir alle soeben berührten Besonderheiten, mit denen eine Oberflächentastung auftreten kann, als ihre Modifikationen bezeichnen. Modifikation einer Oberflächentastung bedeutet also Zuordnung

zu Gliedern der Reihen hart-weich und rauh-glatt; sie enthält eine allgemeine, aber keine auf den Stoff, das Material bezügliche Charakterisierung der Tastfläche. Es ist auffällig, wie arm die Sprache an selbständigen Bezeichnungen ist, um die Modifikationen der Oberflächentastung zum Ausdruck zu bringen. Für die Reihe rauh-glatt stellt sie, soweit ich sehen kann, nur die wurzelhaften Ausdrücke glatt, stumpf und rauh zur Verfügung. Wir sehen dabei natürlich ab von Steigerungsformen dieser wurzelhaften Ausdrücke wie sehr glatt, sehr rauh usw. sowie von technischen Ausdrücken wie poliert, geschrubbt, gekordelt usw. Wenn auch die psychologische Erfahrung zu zeigen scheint, dafs die Reihe der Härtegrade an Gliederreichtum der Reihe der Rauhigkeiten nicht ganz gleichwertig ist, so mufs doch auch hier wieder die Armut der Sprache auffallen, die überhaupt nur zwei Bezeichnungen für die Endglieder der Reihe, nämlich hart und weich, darbietet. Was den Umfang der Reihe rauh-glatt angeht, so dürfte die Zahl ihrer unterscheidbaren Glieder hinter der der Schwarz-Weifs-Reihe kaum zurückstehen. Der sprachlichen Heraushebung der Farben schwarz-grau-weifs kann man parallel setzen die sprachliche Auszeichnung der Tasterlebnisse rauh-stumpf-glatt.

Dort, wo man Bestimmteres über einen Tasteindruck aussagen will, als mit den allgemeinen von der Sprache bereitgehaltenen Ausdrücken möglich ist, helfen wir uns in ähnlicher Weise wie bei den Bezeichnungen derjenigen Farben, für die es keine wurzelhaften Ausdrücke gibt. Wie wir von veilchenblau, rubinrot, smaragdgrün, schokoladenbraun ... sprechen, so können wir Oberflächentastungen als leder-, tuch-, seiden-, papier- ... artig bezeichnen, um sie als ähnlich oder gleich denjenigen zu charakterisieren, die wir früher beim Betasten von Leder, Tuch, Seide, Papier ... gehabt haben. Wir wollen Tasterlebnisse, die Bezug nehmen auf einen bestimmten Stoff oder ein bestimmtes Material, als Spezifikationen der Oberflächentastung bezeichnen. Die Zahl der unterscheidbaren Spezifikationen ist aufserordentlich grofs, sie ist auch abhängig von der Erfahrung des Tastenden. Natürlich kann jede Spezifikation der Oberflächentastung im Sinne dieser oder jener Richtung „modifiziert" sein, es gibt glattes und rauhes, hartes und weiches Papier, Holz usw. Erkennen wir durch Tasten einen

Anzugstoff als unseren Anzugstoff, ein Holz als das unseres Arbeitsstuhls, so ist die individuellste Form der Spezifizierung eingetreten, ein Tasteindruck ist so eindeutig wie möglich festgelegt und wird als solcher erkannt.

Eine Holzfläche kann glatt oder rauh, hart oder weich sein, von ganz anderer Art sind die Abarten des Holzeindrucks, wenn das Holz sich feucht, ölig, klebrig ... anfühlt. Eigenschaften dieser Art treten in ähnlicher Weise an der Tastfläche auf wie ein Licht- oder Schattenfleck an einer Farbfläche. Man tastet das Spezifische des Holzes durch das Feuchte, Ölige, Klebrige ... hindurch, aber ganz ohne Einfluſs bleiben diese Bestimmtheiten nicht auf den Eindruck des Holzigen. Sprechen wir hier von Durchtasten, so hat das natürlich einen ganz anderen Sinn als wenn wir oben vom Durchtasten der Flächen sprachen.

§ 10. Naturformen und Kunstformen von Materialien.

1. Optische Materialstruktur. Alle Materialien treten uns in Naturformen oder Kunstformen entgegen. Der natürlich gewachsene Fels gibt uns den Stein in Naturform, die von Menschenhand geschliffene Platte in Kunstform. Es ist zuzugeben, daſs es nicht immer leicht ist zu entscheiden, ob wir es mit einer Natur- oder Kunstform zu tun haben, aber als Regel besteht die Möglichkeit der Unterscheidung, einer Unterscheidung, die nicht belanglos ist für die Orientierung in der Auſsenwelt. Verfolgen wir einmal diesen Sachverhalt zunächst im Optischen.

Wenn mir eine gehobelte Holzplatte vorgelegt wird, so werde ich bei geeigneter Beleuchtung das Material ohne weiteres als Holz erkennen. Diese Erkennung ist nahezu völlig unabhängig von der dem Holz gegebenen Kunstfarbe, solange es sich nicht um einen deckenden Farbauftrag handelt, der die Maserung völlig verschluckt. Die Holzplatte möge in allen Farben des Regenbogens leuchten, doch bricht durch die ganze Fläche die Struktur „Holz“ hindurch. Die Erkennung des Materials ist auch unabhängig von der äuſseren Gestaltung des Holzes, es macht nichts aus, ob das Holz groſse ebene oder gekrümmte Flächen aufweist oder ob ihm der Holzschnitzer eine Gestalt von gröſster Zierlichkeit der einzelnen Teile auf-

gezwungen hat. Die Materialstruktur zeigt sich an jeder Stelle der Kunstform. Anstatt Holz hätten wir ein anderes Material wählen können, das Gesagte bleibt dafür in Geltung. Wie ist nun die Materialstruktur optisch gegeben? Die Beschreibung stöfst auf merkwürdige Schwierigkeiten, und ich mufs hier schon den Leser bitten zur Unterstützung meiner Bemühungen sich zunächst einmal, etwa an dem Papier der vor ihm liegenden Druckseite, zur Anschauung zu bringen, was Materialstruktur, im besonderen Fall also was Materialstruktur des Papiers besagt. Es gibt eine bestimmte Beleuchtung des Papiers und Entfernung des Auges von ihm, wobei die gesuchte Struktur am reinsten in Erscheinung tritt, durch Ausprobieren trifft man bald die günstigsten Bedingungen. Man entdeckt dann Formelemente kleinsten Ausmafses, schwer gegeneinander abgrenzbar, die ihre Sichtbarkeit minimalen Unterschieden der Helligkeit und des Farbentons verdanken. So klein sind diese Elemente, dafs man sehr wohl noch innerhalb eines qmm ganze Scharen von ihnen entdecken kann. Es besteht eine erstaunliche Mannigfaltigkeit in der Verschiedenheit der Elemente, bei genauerem Hinsehen wird man nicht zwei (mit einer gewissen Willkür gegeneinander abgrenzbare) finden, die sich völlig glichen, und doch gibt es in all der Unregelmäfsigkeit eine gewisse Regelmäfsigkeit der Wiederholung der Elemente über die ganze Fläche: es gibt sozusagen einen Elementtypus, der Träger des Eindrucks „Papier der vorliegenden Sorte“ ist. Man könnte auch sagen: Die Regelmäfsigkeit in der Unregelmäfsigkeit der Elemente ist das Gesetz der Materialstruktur. Mehrfach schon habe ich darauf aufmerksam gemacht, dafs die Wahrnehmung der Materialstruktur eine Angelegenheit der Zapfen ist, die ungleich höhere biologische Bedeutung hat als die Wahrnehmung der auch durch sie vermittelten Farben.[1] Es gibt Materialien, bei denen sich die kleinsten Formelemente zu Verbänden höherer Ordnung, diese wieder zu Verbänden noch höherer Ordnung zusammenschliefsen, wobei dann wieder die Verbände für das betreffende Material charakteristische

[1] Ich erblicke in der Wahrnehmung der Oberflächenstruktur eine ebenso elementare Leistung der Netzhaut wie in der Farbenwahrnehmung oder in der Wahrnehmung von Figuren, etwa im Sinne von E. Rubin, Visuell wahrgenommene Figuren. Gyldendalske Booghandel 1921.

Strukturen darstellen: Man denke an den Übergang von den kleinsten Elementen beim Holz zu andeutungsweise gegebener Maserung, von hier aus zu deutlichst gegebener Maserung durch die Jahresringe. Je nach den Umständen, unter denen das Urteil zu bilden ist, hält man sich bei der Orientierung über das Material an die Elemente oder an Verbände dieser oder jener Ordnung. Die Strukturelemente können unser Urteil über das Material bestimmen, ohne dafs sie uns selbst recht zum Bewufstsein kommen. Die Farb- und Helligkeitsdifferenzen, die die Strukturelemente des Papiers aufbauen, haben gar kein Gewicht für die Beurteilung der Farbe des Papiers. Wir bezeichnen ein nach Heringscher Vorschrift auf Glas aufgezogenes farbiges Papier als ideal gleichfarbig, und doch entbehrt es nicht jener Farb- und Helligkeitsdifferenzen, sonst könnte es nicht mehr als Papier, sondern nur noch als farbiges raumfüllendes Quale gesehen werden.

Wenn einem Material eine bestimmte Kunstform aufgeprägt wird, so entstehen gegenüber der Naturform neuartige Verbände von Formelementen. Diese Verbände können selbst aufserordentlich klein sein, man denke z. B. an die zartesten aus Seide gewebten Stoffe, dennoch gilt, dafs sie immer gröfser sind als die Elemente, die für das Material selbst (Seide) charakteristisch sind. Aber nicht nur der Gröfse nach unterscheiden sich die Elemente von Naturformen und Kunstformen von Materialien, sondern auch in der Beziehung, dafs die Elemente der Kunstformen eine weit gröfsere Regelmäfsigkeit aufweisen, ja im Grenzfall sich alle völlig gleichen können.

2. Taktile Materialstruktur. Es liefse sich über diese Dinge, die sich bisher der Untersuchung fast ganz entzogen haben, noch sehr viel mehr in phänomenologischer Hinsicht sagen, aber wir brechen hier ab — auch die vorstehenden das Optische betreffenden Ausführungen wären nicht am Platz gewesen, wenn sie nicht fast in jeder Beziehung auch Geltung für das Tastgebiet hätten. Es gibt taktile Strukturelemente, die für einen Stoff charakteristisch sind, sie erweisen sich als unabhängig von der ihm aufgedrungenen äufseren Gestalt. Zur Erfassung der kleinsten taktilen Formelemente bedient man sich unwillkürlich der tastempfindlichsten Körperteile, der Fingerspitzen oder, was auch gelegentlich vorkommt, der

Lippen. Betastet man ein Stück Stein oder Holz, so fühlt man die typische Gleichartigkeit der Formelemente, die jedoch nicht eine völlige Gleichheit bedeutet. Man hat ein feines Gefühl dafür, wie weit die Variation der Formelemente gehen darf, ohne die Einheitlichkeit eines bestimmten Materialeindrucks zu zerstören. Aber wie im Optischen gibt es auch hier Verbände der taktilen Formelemente, die als Ganze wieder für das jeweilige Material charakteristisch sind. Der Unterschied, der in den Formelementen z. B. bei Stein und Holz besteht, lebt in den Verbänden höherer Ordnung in eigentümlicher Weise weiter. Ob wir uns beim Tasten an die kleinsten Formelemente oder an ihre höheren Verbände halten, das hängt von der allgemeinen Situation sowie von der Aufgabe ab, der wir uns gegenübergestellt sehen. Wie die optischen Formelemente so führen in der Regel auch die taktilen ein merkwürdig wenig beachtetes Dasein, sie leisten uns beim Erkennen der Materialien die wichtigsten Dienste, brauchen sich aber gewissermaſsen bei diesem Dienst völlig auf. Was oben über den optischen Unterschied von Kunstformen und Naturformen von Materialien gesagt wurde, das gilt mutatis mutandis auch für das Taktile. Es sei beispielsweise einer Holzfläche ein bestimmtes Muster, etwa eine Riffelung, eingepreſst. Man fühlt dann „geriffeltes Holz“, wobei die Form, die den Eindruck der Riffelung bedingt, von wesentlich gröſserem Umfang ist als die Formelemente, die den Eindruck Holz bedingen. Aber es macht sich noch ein Unterschied geltend: die vollkommen gleiche Wiederholung des einen Elements bei der Riffelung und eine gewisse Verschiedenheit der feinsten Formelemente Holz bei aller typischen Ähnlichkeit. Man fühlt sich versucht den Unterschied durch ein Bild aus der Akustik einzufangen, durch die Gegenüberstellung von musikalischem Ton und Geräusch. Es wird sich später (§ 45) zeigen, daſs sich hinter diesem Bild mehr als ein bloſses Mittel zur Veranschaulichung versteckt.

Wenn wir unsere Hand am Strande des Meeres in den lockeren Sand stecken und die Finger dann bewegen, tritt uns ein Material entgegen in einer Naturform, deren Erscheinungsweise mit keiner der bisher genannten identisch ist. Weder liegt eine Oberflächentastung noch ein raumfüllendes

Tastphänomen in dem früher angegebenen Sinn vor. Ähnlich wie Sand fühlt sich auch Mehl oder überhaupt jede aus feinsten Teilchen bestehende Masse an. Es sei noch erwähnt, dafs diesen Tastphänomenen optisch nichts an die Seite zu stellen ist, denn mag man auch Materialien wie Sand und Mehl ihre innere Struktur ansehen zu können glauben, phänomenologisch bieten sie sich mit Oberflächenfarben dar.

Die Sprache ist an dem in diesem Paragraphen behandelten Unterschied von Naturformen und Kunstformen von Materialien nicht ganz achtlos vorübergegangen. Sie hat eine Neigung bei den Kunstformen von Dingen und Gegenständen, bei den Naturformen von Stoffen (Substanzen) zu sprechen.

§ 11. Kontinuität der Tastfläche. Tastfigur und Tasthintergrund.

1. **Optische und taktile Kontinuität.** Bei der Behandlung der bisher geschilderten Tastphänomene ist mit Absicht eine Frage beiseite geschoben worden, die noch eine kurze Würdigung verdient, nämlich die Frage der lückenlosen Ausfüllung einer getasteten Fläche mit Tastmaterie. Da ganz das entsprechende Problem für den Gesichtssinn besteht, so sei es für ihn zunächst kurz dargestellt. Von dem Papier dieser Druckseite wird man mit Recht sagen, es enthalte keine noch so kleine optische Lücke, die ganze Fläche des Papiers sei völlig lückenlos mit optischer Materie belegt. Die Anordnung der Zapfen und Stäbchen in der Netzhaut — mögen sie noch so dicht stehen — erlaubt nur eine diskrete Reizung. Wenn die Lücken zwischen ihnen sich nicht Geltung verschaffen, so liegt das an einem zentralen Ausgleich. Dafs auf zentralem Wege lichtunempfindliche Lücken der Netzhaut von ganz anderer Dimension überbrückt werden können, das zeigen die negativen Skotome, das zeigen vor allem die Erscheinungen am blinden Fleck.[1] Deren Studium unterrichtet uns auch über die Art des Ausgleichs, er erfolgt bekanntlich als Angleichung an die Sinnesinhalte, die in der Umgebung des

[1] Nach neueren Untersuchungen K. L. Schäfers könnten auch die Erscheinungen an der unerregten Netzhautgrube in der Dämmerung hier herangezogen werden, die denen des blinden Flecks im Hellen entsprechen. *Pflügers Archiv* **160**, 1915.

blinden Flecks gegeben sind. Auf die Angleichungsphänomene der Netzhautperipherie habe ich, sowohl was die Angleichung der Farbmaterie als auch der Erscheinungsweisen der Farben angeht, bereits früher aufmerksam gemacht[1] (Erscheinungsweisen I, S. 294 ff.).

Wenn auch nicht für den blinden Fleck, so kann doch für die übrigen Teile der normalen Netzhaut die Frage der Ausgleichung und Angleichung leicht übersehen werden wegen der Winzigkeit der zwischen den Sinnesorganen liegenden Zwischenräume. Anders bei den Sinnen der Haut, wo die reizunempfindlichen Lücken grofs sind, auch relativ grofs sind gegenüber den Sinnespunkten, denen man Empfindlichkeit zuspricht. Rechnet man gar, was prinzipiell gestattet ist, die fünf Finger der Hand als eine tastende Einheit, so werden ja deren der Empfindlichkeit ermangelnde Lücken ganz gewaltig grofs, und doch werden auch diese überbrückt (§ 34). Die Folge unseres Gedankenganges vom Auge zur Haut umkehrend bemerkt Ebbecke: „So wenig wir eine körnige Temperaturempfindung haben oder die temperaturempfindlichen Lücken der Hautfelder bemerken trotz der sehr spärlichen Verteilung der Temperaturpunkte, so wenig haben wir eine körnige Farbenempfindung beim Betrachten einer farbigen Fläche, obwohl in der Netzhautperipherie die einzelnen Farbpunkte verhältnismäfsig weit voneinander entfernt sind.“[2] Nach meinen Erfahrungen ist das Erlebnis einer völlig lückenlosen Tastfläche am deutlichsten gegeben bei sehr glatten und harten Flächen, z. B. bei Metall- und Glasflächen. Wir haben hier nur das Erlebnis der unzweifelhaft kontinuierlichen Tastfläche im Auge, wobei davon noch ganz abgesehen wird, ob das Urteil, das sich auf unser Erlebnis aufbaut, auch objektiv das Richtige trifft, d. h. ob die betreffenden Flächen auch wirklich lückenlos sind. Einer allgemeinen Definition von Lückenlosigkeit bedarf es nicht bei dem Nachweis, dafs Kontinuität einer Tastfläche erlebt werden kann, wo zweifellos das Tastmaterial Lücken besitzt, da uns schon

[1] Angleichungserscheinungen bei Farben hat auch W. Fuchs untersucht. *Zeitschr. f. Psychol.* 92, 1923.

[2] U. Ebbecke, Der farbenblinde und schwachsichtige Saum des blinden Flecks. *Pflügers Archiv* 185, 1920, S. 178.

das Auge diese garantiert. Es gibt Steifleinen, welches so gewebt ist, dafs zwischen den einzelnen Fäden annähernd quadratische Öffnungen von 2- bis 3facher Breite des Gewebefadens, der selbst etwa $^1/_4$ mm stark ist, entstehen. Wird ein derartiges Stück Steifleinen betastet, so macht es meist den Eindruck einer rauhen, aber lückenlosen Fläche, auch dann, wenn es so gelagert ist, dafs die tastenden Finger keine Unterlage durch die Öffnungen hindurch fühlen können. Was besagt dieses Beispiel? Dafs echte Kontinuität erlebt werden kann, wo mindestens für das Auge Lückenhaftigkeit besteht. Man könnte die Auffassung vertreten, das Erlebnis der lückenlosen Tastfläche sei in Wirklichkeit immer getragen von der mit dem Tasteindruck aufs Engste verknüpften Vorstellung der visuellen Lückenlosigkeit, in Wirklichkeit gäbe es gar keine echte taktile Kontinuität. Diese Vermutung wird zur gesicherten Tatsache, wenn der Nachweis gelingt, dafs dem Tastsinn ursprünglich überhaupt keine räumlichen Eigenschaften zukommen (§ 46). Durch reine Introspektion ist dieser Nachweis nicht zu erbringen, für unser Erlebnis gibt es ohne Zweifel lückenlose Tastflächen und solche mit Lücken. Wir haben diese Phänomene zunächst einmal als solche anzuerkennen. Wenn auch alles Räumliche erst durch das Optische in das Taktile hineingebracht werden sollte, so wird doch zu untersuchen bleiben, welche taktile Reizkonstellation das optische Bild der Lückenlosigkeit herbeiführt, welche das der Lückenhaftigkeit.

In vielen Fällen, wo es praktisch auf möglichst gut gesicherte Lückenlosigkeit einer Fläche ankommt, verläfst man sich lieber auf das Auge als auf das Getast. Warum? Weil dem Auge gewisse Wege zur Sicherung des Eindrucks der Lückenlosigkeit offen stehen, die dem Tastsinn verschlossen sind. Man kann die Beleuchtung der geprüften Fläche und ihre Orientierung zum Auge verändern, man kann das Auge der Fläche nähern oder ihr gar mit Lupe und Mikroskop auf den Leib rücken. Beim Tasten kann man nur an die empfindlichsten Organe appellieren, die man aber meist von vornherein mit der Untersuchung betraut, und Lupe und Mikroskop kennt der Tastsinn nicht.

Wenn ich feinen Sand in ein Gefäfs bringe und in ge-

eigneter Weise eine völlig ebene Oberfläche herstelle, so gewährt diese optisch den Eindruck einer ganz lückenlosen Fläche, die Oberfläche sieht ähnlich aus wie Sandpapier. Bei der Betastung erweist sich die Fläche nicht als kontinuierlich, sie löst sich in verschiebbare Sandkörner auf. Dem taktilen Erlebnis wird hier mehr Vertrauen geschenkt als dem optischen Eindruck. Das ist einer der vielen Fälle, wo der Tastsinn dem Auge die führende Rolle abnimmt.

2. Figur und Hintergrund im Optischen und Taktilen. Was das Sehen mit dem blinden Fleck angeht, so ist wohl jetzt die Meinung vorherrschend, dafs mit ihm wirklich in des Wortes eigentlicher Bedeutung nichts gesehen wird, er macht sich nicht als eine mit optischer Materie nicht belegte Lücke geltend. Wenn wir ein Stück Steifleinen betrachten, so sehen wir an den quadratischen Öffnungen nicht nichts, sondern wir sehen den von Materie freien leeren Raum. Steifleinen bietet mit seinem Gewebe Gelegenheit, doppeldeutige Figuren im Sinne Rubins (a. a. O. S. 30 ff.) zu studieren, man kann entweder die quadratischen Lücken als Figuren herausheben und den Faden zum Grund degradieren oder man kann — und das ist wohl das Natürliche — den von dem Faden eingenommenen Raum als Figur gelten und die Öffnungen Grund werden lassen. Der dänische Autor wird sicher nichts dagegen einzuwenden haben, wenn wir die von ihm angestellten so überaus anregenden Erwägungen über Figur und Grund von seinen optischen Gebilden sinngemäfs auf dreidimensionale taktile übertragen. Wenn man über die Borsten einer steifen Bürste fährt, ohne sie stark zur Seite zu biegen, so fühlt man einen diskontinuierlich mit Spitzen erfüllten Raum, eine taktile Figur. Zwischen den Spitzen, die mit dem Eindruck einer grofsen Zahl auftreten, deren Abschätzung aber als ein völlig hoffnungsloses Beginnen erscheint, liegt taktil nicht nichts, sondern von Materie nicht belegter leerer Tastraum. Der Tastraum ist diskontinuierlich mit der Tastmaterie der Spitzen belegt, der Zwischenraum bildet den taktilen Grund. Es will mir nicht glücken, weder in diesem Fall noch in anderen ähnlich liegenden taktile Figur und taktilen Grund ihre Rollen miteinander tauschen zu lassen, wie es im Optischen möglich ist. Das bestimmt uns aber

natürlich nicht, die Scheidung von taktiler Figur und taktilem Grund aufzugeben. Es gibt Fälle, in denen das Grunderlebnis deutlicher als an der Bürste ist, z. B. bei Kratzern mit eisernen Zinken, wie sie in Küchen Verwendung finden, und es gibt andere Fälle, in denen es so undeutlich ist, dafs man es ganz verkennen kann, z. B. bei Webstoffen wie Samt und Manchester. Wo im Tastgebiet das stereognostische Vermögen in Tätigkeit tritt, also Gegenstände nach dieser oder jener Eigenschaft taktil erkannt werden, lassen sich, soweit ich sehen kann, immer Grunderlebnisse nachweisen.

Während die optischen Phänomene, die in diesem Paragraphen erwähnt worden sind, alle bei ruhendem Auge eintreten, gilt für die zu ihnen in Parallele gesetzten taktilen, dafs sie wirklich deutlich nur bei bewegtem Tastorgan werden. Dieser Unterschied macht aber die hier erfolgte Gegenüberstellung von Optischem und Taktilem sowie die Aufstellung alles dessen, was über das Taktile gesagt worden ist, nicht unstatthaft.

Die vorstehenden Untersuchungen gingen auf die Erforschung des Zusammenhangs zwischen der diskreten Anordnung der optischen und taktilen Sinnesorgane und gewissen räumlichen Eigenschaften der optischen und taktilen Erlebnisse. Gar nicht berührt haben wir die Frage, wie Raum denn eigentlich w i r d, das ist eine Frage, die einer ganz anderen Erkenntnisschicht angehört und darum von unseren bisherigen Ausführungen gar nicht getroffen wird. Es ist wohl kaum nötig zu sagen, dafs eine Eigenschaft des optischen und des taktilen Raumes wie die Kontinuität selbst dann nicht „erklärt“ werden könnte, wenn die Netzhaut nicht diskret, sondern lückenlos empfindlich wäre und wenn die übrige Leibesfläche nicht mit Sinnespunkten besetzt wäre, sondern mit ihrer ganzen Oberfläche empfinden würde.[1]

---

[1] Nur auf den von uns berührten ersten Fragenkomplex beziehen sich wohl auch die Ausführungen R. Paulis in seinem Bericht über die Untersuchungen M. v. Freys über die Raumschwelle. „Durch das beständige Ineinanderfliefsen der Erregungen wird die verstreute Anordnung der empfindlichen Apparate in der Haut gewissermafsen ausgeglichen und die Vorstellung erweckt, dafs die Empfindlichkeit der Sinnesfläche eine stetig ausgedehnte sei.“ *Arch. f. d. ges. Psychol.* 48, 1913, S. 42.

§ 12. Die Tastvorstellungen der Dinge. Gedächtnistastungen.

„Die Farbe, in welcher wir ein Aufsending überwiegend häufig gesehen haben, prägt sich unserem Gedächtnis unauslöschlich ein und wird zu einer festen Eigenschaft des Erinnerungsbildes. Was der Laie die wirkliche Farbe eines Dinges nennt, ist eine in unserem Gedächtnis gleichsam festgewordene Farbe desselben; ich möchte sie die Gedächtnisfarbe des Dinges nennen.“[1] Schnee z. B. ist „in Wirklichkeit“ weifs, er hat die Gedächtnisfarbe weifs; haben wir Anlafs, ihn uns mit seiner Farbe vorzustellen, so reproduzieren wir die Farbe Weifs, trotzdem er unter den verschiedenen Beleuchtungsverhältnissen Licht der mannigfaltigsten Art ins Auge senden kann und dies sicher früher auch getan hat. Was wir soeben vom Schnee ausgeführt haben, gilt für viele Objekte unserer Umgebung mit charakteristischer Färbung, sie werden mit einer bestimmten ihnen zugerechneten Farbe innerlich vorgestellt. Hier liegt uns nun daran zu erfahren, ob es im Tastgebiet etwas gibt, was den Gedächtnisfarben entspricht. Gibt es Gedächtnistastungen? Eine vollständige Korrespondenz dürfen wir nicht erwarten, das ergibt sich schon daraus, dafs es in der Tastwahrnehmung keinen der Beleuchtung entsprechenden Faktor gibt, aber vielleicht besteht wenigstens eine partielle Analogie?

Wir beginnen die Untersuchung mit der allgemeinen Frage, ob wir überhaupt Tastvorstellungen von Objekten haben, die wir einmal getastet haben. Ohne Zweifel kann man sich von früher getasteten Oberflächen wie Glas, Sandpapier, Samt, Wolle, Holz ein — meist von einem visuellen Vorstellungsbild begleitetes — Tastvorstellungsbild mehr oder weniger deutlich erzeugen. Ich traf bis jetzt niemand, der dazu nicht imstande gewesen wäre. Dieser Befund ist keine grofse Überraschung, warum sollte auch der Tastsinn nicht über Vorstellungen verfügen? Aber die Abweichung der Struktur der Tastvorstellungen von der der Gesichtsvorstellungen darf unsere Aufmerksamkeit noch einen Augenblick in Anspruch nehmen. Die Bipo-

[1] E. Hering, Zur Lehre vom Lichtsinn. S. 7.

larität der Tastphänomene (S. 19) besteht allgemein: für die Tastvorstellung in gleicher Weise wie für die Tastempfindung. Wir stellen uns eine Farbe unabhängig vom empfindenden Sinnesorgan vor, aber die Tastvorstellung enthält immer den Hinweis auf ein tastendes Organ des Körpers. Prüfe ich mich gewissenhaft, wie ich etwa die glatte Tastfläche einer Glasscheibe vorstelle, so konstatiere ich, dafs ich mir vorstelle, ich führe mit dem Tastorgan über die Glasscheibe hinweg. Ich kann mich auch dazu zwingen, mir die Hand auf der Glasscheibe ruhend vorzustellen, aber dann ist die Vorstellung der Glätte nicht mehr deutlich. Dieser Sachverhalt spiegelt in beachtenswerter Weise die unten (§ 16) ausführlich zu behandelnde Bedeutung der Bewegung als einer gestaltenden Kraft des Tastsinns wieder. Es gelingt mir nicht eine Tastvorstellung zu erzeugen, von der die Vorstellung des tastenden Organs völlig abgetrennt wäre.[1]

Man fordere zahlreiche Personen auf, sich eine deutliche Tastvorstellung von Glas, Schmirgelleinen, Seide, Leder, Papier, Leinen, Wollstoff, Holz, Pelz, Trikot zu reproduzieren, man wird dann feststellen können, 1. dafs alle ohne Ausnahme sich überhaupt ein Tastorgan mit vorstellen, 2. dafs fast alle das Tasten innerlich mit den F i n g e r s p i t z e n ausgeführt denken. Mir ist aufserordentlich selten, selten auch auf eine mit Absicht etwas suggestiv gehaltene Befragung angegeben worden, dafs innerlich ein Tasten mit einem anderen Körperteil, etwa mit dem Fufs, dem Arm, den Lippen erfolgt sei. Nun sind wir doch zweifellos im Lauf des Lebens mit manchen von den oben genannten Stoffen auch durch andere Teile des Leibes als durch die Fingerspitzen in Berührung gekommen, das gilt mindestens für die dauernd bekleideten Körperteile, und darum wäre zu erwarten, dafs der Aufforderung, die wir hier an jemand richten, auch einmal durch die Mitreproduktion eines

[1] H. Henning bemerkt in seinen experimentellen Untersuchungen zur Denkpsychologie, „dafs die Tasterlebnisse unverweigerlich ganz besonders eng mit unserem Körper und den Organempfindungen zusammenhängen. Aufserhalb des Körpers lokalisierte Tasteindrücke kamen in diesen Reihen niemals vor“ (*Zeitschr. f. Psychol.* 81, 1919, S. 78). Unsere obigen Betrachtungen zeigen, dafs so etwas dem Wesen der Tasteindrücke widersprechen würde.

anderen Tastorgans als der Hand entsprochen würde. Nach welchen Prinzipien trifft das Gedächtnis seine Auslese, wenn die genannte Aufgabe an es herantritt, eine Tastvorstellung zu reproduzieren? Man wird geneigt sein zu sagen, daſs das Gedächtnis die Tastvorstellung eines Stoffes zusammen mit dem Tastorgan reproduziert, welches den Stoff am häufigsten getastet habe, und das sei eben die Hand mit ihren Fingern. Nun hat das zwar Geltung für Stoffe wie Glas, Holz, Papier und Leder, aber nicht für Stoffe wie Leinen, Wollstoff und Trikot. Warum wird bei diesen nicht der dauernd davon bekleidete Körperteil mitreproduziert? In Fällen der letzteren Art macht sich offenbar noch ein anderes Prinzip geltend. Von allen Tastvorstellungen, die wir von einem Stoff durch Betasten mit verschiedenen Teilen unseres Körpers empfangen haben, wird als repräsentative Tastvorstellung diejenige reproduziert, welche den gröſsten Reichtum an Feinheiten aufweist, und das ist eben die Tastvorstellung, die wir durch die empfindlichsten Tastorgane unseres Körpers, die Finger[1], erhielten — wir sehen von dem beim Normalen sehr selten vorkommenden Tasten mit den Lippen ab, die den Fingern an Empfindlichkeit nicht nachstehen (§ 26). Zur repräsentativen Tastvorstellung gehört demnach die Vorstellung der tastenden Finger. Auch an Stoffen wie Leinen, Wollstoff und Trikot erkennen nur die Finger die Feinheiten des Gewebes, darum werden diese Stoffe mit demjenigen Tasteindruck vorgestellt, den die Finger von ihnen empfangen, nicht aber irgendein anderes. weniger leistungsfähiges Tastorgan des Körpers. Es gibt sehr wenige Stoffe, die nicht auch von den Fingern betastet werden, eine Ausnahme machen wohl nur die Speisen, die vom Teller direkt in den Mund gebracht und erst dort betastet werden.[2] Und so darf wohl der Satz

---

[1] E. Mach hat sich einmal bei einem Vergleich zwischen Gehörssinn und Tastsinn dahin geäuſsert, „daſs der Macula lutea die Fingerspitzen entsprechen". Die Analyse der Empfindungen, 9. Aufl. 1922, S. 152. Mach hat dabei nur an die besonders gesteigerte Empfindlichkeit der verglichenen Sinnesflächen gedacht, in Wirklichkeit geht die Ähnlichkeit weiter, insofern die Gedächtnistastungen durch die Fingerspitzen, die Gedächtnisfarben durch die Macula lutea ihren Einzug halten (Erscheinungsweisen I, § 28).

[2] Es sei hier an jenen Orientalen erinnert, der auf einer Europa-

aufgestellt werden, dafs nahezu für alle Stoffe der von den Fingern empfangene Eindruck für die repräsentative Tastvorstellung Verwendung findet. Die Verwandtschaft zwischen dem, was wir repräsentative Tastvorstellung nennen, und der HERINGschen Gedächtnisfarbe liegt auf der Hand, wir wollen ihr auch sprachlichen Ausdruck dadurch geben, dafs wir diese Tastvorstellung fernerhin als Gedächtnistastung bezeichnen. Wir definieren also Gedächtnistastung als diejenige durch die Finger vermittelte und mit dem gröfsten Reichtum an Feinheiten ausgestattete Tastvorstellung eines Stoffes, mit welcher das Gedächtnis als Repräsentant für alle übrigen Tastvorstellungen des Stoffes arbeitet. Die Welt als Tastvorstellung ist also ihre Vorstellung, vermittelt durch die tastende Hand.[1]

Der Eingriff des Menschen in die Natur bedeutet den Versuch, sie seiner Organisation und seinen Existenzbedingungen anzupassen. Überfliegt man die Einrichtungen, die diesem Zweck dienen, so kommt auch hier die Vorherrschaft der Hand in gar nicht zu übersehender Weise zum Ausdruck. Wie unendlich vielgestaltig auch die technischen Konstruktionen sind, die uns umgeben, zugänglich werden sie alle unserem Willen fast ausschliefslich dadurch, dafs sie an irgendeiner Stelle griffig sind, dafs die Hand bei ihnen zupacken kann. Alle Werkzeuge, vom plumpsten bis zum subtilsten, sind für den Handgebrauch gebaut, die Bedienung fast aller Maschinen ist auf die Hand abgestellt, die Griffe an den Türen der Häuser, der Fahrzeuge usw., sie sind — ihr Name drückt es ja schon aus — für die Hand konstruiert. Der Amputierte, der eine oder gar zwei Hände verloren hat, mufs in seiner häuslichen Umgebung eine Umkonstruktion vornehmen, durch welche er sie in ihren Teilen seinen Hilfs-

---

reise erklärte, er verstehe nicht, warum man in Europa den Reis nicht mit den blofsen Fingern in den Mund führe, da der Genufs doch mit dem Betasten der weichen Reiskörner mit den Fingern beginne.

[1] Überaus plastisch heifst es von der Vorstellungsweise eines Blindgeborenen: „In seiner rechten Hand (von mir gesperrt) — wenn er kein Linkshänder ist — ist der Sammelplatz aller seiner Ideen im Urteilen und Schliefsen." K. BÜRKLEN, Blindenpsychologie. Leipzig 1924. S. 182. — In den Illusionen der Armamputierten ist die Hand als der deutlichste Teil gegeben. Amputiertenarbeit, § 6.

Lippen. Betastet man ein Stück Stein oder Holz, so fühlt man die typische Gleichartigkeit der Formelemente, die jedoch nicht eine völlige Gleichheit bedeutet. Man hat ein feines Gefühl dafür, wie weit die Variation der Formelemente gehen darf, ohne die Einheitlichkeit eines bestimmten Materialeindrucks zu zerstören. Aber wie im Optischen gibt es auch hier Verbände der taktilen Formelemente, die als Ganze wieder für das jeweilige Material charakteristisch sind. Der Unterschied, der in den Formelementen z. B. bei Stein und Holz besteht, lebt in den Verbänden höherer Ordnung in eigentümlicher Weise weiter. Ob wir uns beim Tasten an die kleinsten Formelemente oder an ihre höheren Verbände halten, das hängt von der allgemeinen Situation sowie von der Aufgabe ab, der wir uns gegenübergestellt sehen. Wie die optischen Formelemente so führen in der Regel auch die taktilen ein merkwürdig wenig beachtetes Dasein, sie leisten uns beim Erkennen der Materialien die wichtigsten Dienste, brauchen sich aber gewissermafsen bei diesem Dienst völlig auf. Was oben über den optischen Unterschied von Kunstformen und Naturformen von Materialien gesagt wurde, das gilt mutatis mutandis auch für das Taktile. Es sei beispielsweise einer Holzfläche ein bestimmtes Muster, etwa eine Riffelung, eingeprefst. Man fühlt dann „geriffeltes Holz“, wobei die Form, die den Eindruck der Riffelung bedingt, von wesentlich gröfserem Umfang ist als die Formelemente, die den Eindruck Holz bedingen. Aber es macht sich noch ein Unterschied geltend: die vollkommen gleiche Wiederholung des einen Elements bei der Riffelung und eine gewisse Verschiedenheit der feinsten Formelemente Holz bei aller typischen Ähnlichkeit. Man fühlt sich versucht den Unterschied durch ein Bild aus der Akustik einzufangen, durch die Gegenüberstellung von musikalischem Ton und Geräusch. Es wird sich später (§ 45) zeigen, dafs sich hinter diesem Bild mehr als ein blofses Mittel zur Veranschaulichung versteckt.

Wenn wir unsere Hand am Strande des Meeres in den lockeren Sand stecken und die Finger dann bewegen, tritt uns ein Material entgegen in einer Naturform, deren Erscheinungsweise mit keiner der bisher genannten identisch ist. Weder liegt eine Oberflächentastung noch ein raumfüllendes

Tastphänomen in dem früher angegebenen Sinn vor. Ähnlich wie Sand fühlt sich auch Mehl oder überhaupt jede aus feinsten Teilchen bestehende Masse an. Es sei noch erwähnt, daſs diesen Tastphänomenen optisch nichts an die Seite zu stellen ist, denn mag man auch Materialien wie Sand und Mehl ihre innere Struktur ansehen zu können glauben, phänomenologisch bieten sie sich mit Oberflächenfarben dar.

Die Sprache ist an dem in diesem Paragraphen behandelten Unterschied von Naturformen und Kunstformen von Materialien nicht ganz achtlos vorübergegangen. Sie hat eine Neigung bei den Kunstformen von Dingen und Gegenständen, bei den Naturformen von Stoffen (Substanzen) zu sprechen.

§ 11. Kontinuität der Tastfläche. Tastfigur und Tasthintergrund.

1. Optische und taktile Kontinuität. Bei der Behandlung der bisher geschilderten Tastphänomene ist mit Absicht eine Frage beiseite geschoben worden, die noch eine kurze Würdigung verdient, nämlich die Frage der lückenlosen Ausfüllung einer getasteten Fläche mit Tastmaterie. Da ganz das entsprechende Problem für den Gesichtssinn besteht, so sei es für ihn zunächst kurz dargestellt. Von dem Papier dieser Druckseite wird man mit Recht sagen, es enthalte keine noch so kleine optische Lücke, die ganze Fläche des Papiers sei völlig lückenlos mit optischer Materie belegt. Die Anordnung der Zapfen und Stäbchen in der Netzhaut — mögen sie noch so dicht stehen — erlaubt nur eine diskrete Reizung. Wenn die Lücken zwischen ihnen sich nicht Geltung verschaffen, so liegt das an einem zentralen Ausgleich. Daſs auf zentralem Wege lichtunempfindliche Lücken der Netzhaut von ganz anderer Dimension überbrückt werden können, das zeigen die negativen Skotome, das zeigen vor allem die Erscheinungen am blinden Fleck.[1] Deren Studium unterrichtet uns auch über die Art des Ausgleichs, er erfolgt bekanntlich als Angleichung an die Sinnesinhalte, die in der Umgebung des

[1] Nach neueren Untersuchungen K. L. Schäfers könnten auch die Erscheinungen an der unerregten Netzhautgrube in der Dämmerung hier herangezogen werden, die denen des blinden Flecks im Hellen entsprechen. *Pflügers Archiv* **160**, 1915.

organen — dem Mund, den Füſsen — zugänglich macht.[1] In einer Welt der Armlosen würde wahrscheinlich alles auf die Bedienung durch die Füſse umgestellt werden. Beschäftigen wir uns in der Vorstellung mit einem Projekt, bei dessen Ausführung etwas durch Muskelkraft zu erledigen ist — sagen wir, es handle sich darum, eine physikalische oder psychologische Versuchsanordnung durchzudenken — so operieren wir innerlich doch auch mit der Hand an den vorgestellten Körpern. Also: Wie die Welt als Tastvorstellung durch die Hand ins Bewuſstsein einzieht, so kommt diesem Organ auch bei der Beherrschung der wirklichen wie der nur vorgestellten Welt der Körper ein unbedingter Vorrang zu.

Nach Hering kann die Gedächtnisfarbe den Eindruck, den wir von der Farbe eines Gegenstandes erhalten, assimilativ mitbestimmen, oder sie kann unter Wahrung ihrer Selbständigkeit in den Vorstellungsverlauf eintreten. Zunächst ein Beispiel für die erste Wirkungsweise. Wenn wir bei einer bestimmten Situation Gras vor uns zu haben glauben, so kann es uns grün erscheinen, auch wenn unsere Netzhaut nicht von Lichtstrahlen getroffen wird, die für gewöhnlich eine Grünempfindung auslösen. Wenn ich auch glaube gezeigt zu haben, daſs Hering der Gedächtnisfarbe als assimilierendem Faktor in der Farbenwahrnehmung eine zu umfangreiche Rolle zugedacht hat (Erscheinungsweisen I, S. 214 ff.), so ist an ihrer Wirksamkeit in vielen Fällen der Farbenwahrnehmung doch nicht zu zweifeln. Klarer erkennbar ist das Eingreifen der Gedächtnisfarbe als selbständiges Element in den Vorstellungsverlauf. Wir erinnern uns an Schnee, und es tritt dessen weiſse Farbe als Vorstellung auf. Die Reproduktion der Gedächtnisfarbe als selbständige Farbvorstellung kann auf sehr verschiedene Weise herbeigeführt werden, vorzugsweise wohl durch die Bezeichnung des Gegenstandes selbst, der Träger der betreffenden Farbe ist. Gehen wir nun zur Gedächtnistastung über, so kann diese wie die Gedächtnisfarbe in der an zweiter Stelle behandelten Weise als selbständige Tastvorstellung in das

[1] Über die z. T. wirklich originellen Behelfe der Amputierten unterrichtet Böhm, Selbsthilfe der Amputierten, insbesondere der Ohnhänder. Verhandl. d. deutschen orthopäd. Gesellsch. Stuttgart 1921.

Vorstellungsleben eingreifen. Sie kann dann auch in ganz entsprechender Weise wie die Gedächtnisfarbe durch die Bezeichnung des Trägers der fraglichen Tastung reproduziert werden. So führt etwa die Bezeichnung „Sandpapier" die Vorstellung der dem Sandpapier spezifischen Oberflächentastung ins Bewufstsein. Eine Gedächtnistastung kann aber auch auf optischem Wege geweckt werden, wofür folgender Fall einer Ertappung als Illustration diene, den ich mir gelegentlich notiert habe. An der Platte eines Waschtisches sehe ich das typische Geäder des Marmors, ich fasse sie an und werde aufs höchste dadurch überrascht, dafs sie weder die kalte Glätte noch jene unelastische Härte zeigt, die Marmor zu eigen ist; das optische Aussehen hat mich getäuscht, ich fühle, dafs ich es mit Holz zu tun habe, das die Vornehmheit von Marmor durch einen nicht einmal sehr raffinierten Anstrich usurpiert hat. Mein Überraschtsein spricht dafür, dafs die spezifische Gedächtnistastung von Marmor reproduziert oder mindestens in hohe Bereitschaft gesetzt worden war.[1] Ich führe hier noch einen zweiten etwas anders liegenden Fall an. In einem Restaurant gab es Sitze, die, mit rotem Plüsch überzogen, durchaus den Vertrauen erweckenden Eindruck schwellender Polster machten. In Wirklichkeit bestanden die Sitze nur aus Holz, über welches der Plüsch ohne füllendes Polstermaterial gezogen war. Ich habe es nun an mir selbst erfahren und an anderen nicht ohne ein gewisses Amusement bestätigt gefunden, dafs man sich auf die Sitze niederliefs in der Erwartung, einen weichen raumhaften Tasteindruck an einer gewissen Stelle des Körpers zu erleben, dafs man dann aber durch den harten Empfang schmerzlich überrascht wurde. Hier hat der optische Eindruck des Plüschs seine Gedächtnistastung und zugleich die Vorstellung eines weichen raumhaften Tasteindrucks reproduziert, wie er Polstern zukommt. Dieser Fall zeigt zugleich, was sich durch andere Beobachtungen bestätigen läfst, dafs es auch bei raumhaften Tasteindrücken zu den entsprechenden Tastvorstellungen kommt.

[1] Was die hohe Beweiskraft gerade der Ertappungen in der Psychologie angeht, so lese man darüber nach bei G. E. Müller, Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes. 1. Teil. Leipzig 1911. § 9.

Kann nun eine Gedächtnistastung auch eine Tastwahrnehmung in dem Sinne wie die Gedächtnisfarbe die Farbwahrnehmung, also assimilativ, beeinflussen? Ich glaube, die Frage ist zu bejahen. Ich berühre mich am eignen Oberarm mit einer Reihe von Tastflächen, z. B. mit Holz, Papier, Steifleinen, Leder und Seide, wobei ich den Blick auf den Tastvorgang richte. Ich glaube dann mit aller Deutlichkeit die spezifischen Oberflächentastungen erkennen zu können. Da sich nun leicht zeigen läfst, dafs diese Stellen des Oberarms die betreffenden Stoffe nicht zu erkennen und zu unterscheiden vermögen, wenn ich mich bei geschlossenen Augen durch einen Gehilfen berühren lasse, so bleibt nur die Annahme übrig, dafs der Anblick der Tastflächen beim ersten Versuch die spezifischen Oberflächentastungen reproduziert hat und dafs diese einen transformierenden Einflufs auf jene nicht-spezifischen Tasteindrücke ausgeübt haben. Ich glaubte nacheinander Holz, Papier, Steifleinen, Leder, Seide zu fühlen, wo ich sonst untereinander ganz gleiche Eindrücke gehabt hätte. Vielleicht ist auch folgender Fall, auf den wir unten (S. 86) in einem anderen Zusammenhang noch einmal zurückkommen, hierherzurechnen. Der Eindruck vieler spezifischer Oberflächentastungen stellt sich nur bei bewegtem, nicht aber bei ruhendem Tastorgan ein; wenn man aber aus der Bewegung, während welcher eine spezifische Oberflächentastung deutlich ist, in die Ruhe übergeht, so glaubt man sie noch längere Zeit an den Fingern zu erleben. Man könnte dieses „Tastnachbild" so erklären, dafs man sagt, die Gedächtnistastung bilde unter dem Zwang des Eindrucks, dafs die objektiven Verhältnisse weiterbestehen, den nicht spezifischen Tasteindruck des ruhenden Tastorgans in ihrem Sinne um. Es bietet sich hier allerdings noch eine andere Erklärung, man könnte von einem positiven Tasterinnerungsbild sprechen, für dessen Zustandekommen die Verhältnisse besonders günstig liegen. Wir wollen hier vorläufig keine Entscheidung zwischen den beiden Möglichkeiten treffen.

Wenn auch, wie bereits gesagt, die Tastvorstellung einer Fläche fast ausnahmslos spontan mit den Fingern verknüpft wird, so kann doch dieser subjektive Pol in der Vorstellung auf Wunsch gewechselt werden. Ich habe in Massenversuchen,

wo jeder Teilnehmer seine Beobachtungen schriftlich niederzulegen hatte, festgestellt, daſs auf Aufforderung des Versuchsleiters die Verknüpfung einer bestimmten Tastvorstellung nahezu mit jedem Körperteil erfolgen kann. Aber es scheint doch einen Unterschied der Schwierigkeit bei den verschiedenen Aufgaben zu geben. Man kann sich leichter eine Betastung mit den Lippen oder den Zehen des Fuſses ausgeführt denken als mit dem Knie oder dem Ellbogen, leichter mit Knie oder Ellbogen als mit Brust oder Schulterblatt. Die frühere Verwendung eines Körperteils als Tastorgan erleichtert wohl die Aufgabe, es auch in der Vorstellung als Tastorgan zu gebrauchen. Nach den Antworten, die ich erhalten habe, kann man nicht daran zweifeln, daſs es möglich ist, Stoffe mit solchen Stellen des Körpers in der Vorstellung zu betasten, mit denen sie aller Wahrscheinlichkeit niemals in der Wirklichkeit betastet worden sind. Wer hätte z. B. schon einmal Schmirgelleinen mit dem Schulterblatt getastet, und doch prüfe man sich, ob man das in der Vorstellung nicht ausführen kann, den meisten wird es gelingen. Nach meinen Feststellungen glaubt man nun bei Versuchen dieser Art — gleichgültig ob nun ein Fall vorliegt, wo sehr wahrscheinlich niemals wirklich eine Betastung erfolgte oder nicht — eine ganz deutliche spezifische Tastvorstellung von Stoffen zu haben, sie ist deutlicher als wie die Empfindung selbst an den betreffenden wenig empfindlichen Stellen sein könnte. Das spricht dafür, daſs auch bei diesen Versuchen die Gedächtnistastung eine Verwendung findet. Wir müssen hier der Versuchung widerstehen, weiteren Fragen der Tastphantasie nachzugehen, was uns zu weit von der Hauptrichtung unserer Untersuchung abdrängen würde.[1]

Nicht immer hat man unter dem Wort Tastvorstellung das verstanden und versteht man darunter das, was vorstehend so bezeichnet worden ist. Wir stellten gegenüber T a s t e m p f i n d u n g (Tastwahrnehmung) und T a s t v o r s t e l l u n g

[1] Sachlich und methodisch gibt es gewisse Berührungspunkte zwischen Versuchen dieser Art und Versuchen, wie sie für die optische Phantasie von G. E Müller angestellt worden sind. Zur Analyse der Gedächtnistätigkeit und des Vorstellungsverlaufes. Leipzig 1917. 2. Teil, Abschnitt 5, Kap. 2.

als das im Vorstellungsleben sie vertretende Abbild. Von diesem Sprachgebrauch abweichend, hat man unter Tastempfindung häufig das „reine" oder einfache Tasterlebnis verstanden, das noch nicht durch die Hand der Erfahrung gegangen ist und darum noch keinen Hinweis auf Objektives enthält, unter Tastvorstellung das transformierte, komplexere, auf Objekte bezügliche Tasterlebnis. Man kann z. B. Ausführungen E. H. Webers entnehmen, daſs für ihn Tastempfindung das nicht auf die äuſsere Welt bezogene Tasterlebnis ist; tritt der Bezug ein, so haben wir die Tastvorstellung. („Widerstand ist keine Empfindung, sondern eine Vorstellung." A. a. O. S. 47). Man kann nun gewiſs Tastempfindung und Tastvorstellung ganz nach Belieben definieren, aber die Definition sollte nicht Merkmale verleihen, die eine bestimmte nicht ohne weiteres annehmbare Theorie der Wahrnehmung implizieren. Wer traut sich zu, ein Tastphänomen zu nennen, welches wirklich von der Erfahrung ganz unberührt geblieben ist und keinerlei Beziehung auf die äuſsere Welt enthält? Will man etwa auf die Empfindung verweisen, die bei Reizung eines Tastpunktes entsteht? Dann werden wir darauf aufmerksam machen müssen, daſs diese Empfindung wenigstens lokalisiert wird, was nicht ganz ohne Erfahrung möglich ist. Die Meinung, daſs die Empfindung eines Druckpunktes etwas besonders Einfaches ist, konnte nur von einer atomistisch gerichteten Sinnespsychologie vertreten werden. Wir haben zwar mancherlei Anlaſs anzunehmen, daſs das Reich der Tastphänomene ähnlich wie das der Farben eine Reihe von Schichten verschiedenen Alters aufweist, deren Aufschlieſsung besonderen reduzierenden Verfahren möglich ist, auch hat es einen gewissen Sinn, die älteste der dabei erkennbaren hypothetischen Schichten mit dem Ausdruck Tastempfindung zu belegen, aber man wird nicht vergessen dürfen, daſs es sich dabei um die Bildung eines Grenzbegriffs, nicht um ein psychisch Reales handelt.

Anhang. Eidetische Tastbilder und Tasthalluzinationen.

Wenn Henning[1] gelegentlich die Frage aufwirft, ob nicht alle anschaulichen Vorstellungsbilder der niederen Sinne eidetisch

[1] H. Henning, Assoziationsgesetz und Geruchsgedächtnis. *Zeitschr. f. Psychol.* 89, S. 39.

seien, so muſs das, sofern man in herkömmlicher Weise den Tastsinn zu ihnen rechnet, mit Bestimmtheit verneint werden. Anschaulich sind Tastvorstellungsbilder, von denen bis jetzt die Rede war, aber keineswegs kommt ihnen die an das Halluzinatorische grenzende Stärke eidetischer Bilder zu.

Kroh[1] kommt bei der Untersuchung der Frage nach taktilen Anschauungsbildern (A. B.) zu dem Resultat, daſs diese eine viel stärkere Verbreitung als die akustischen A. B. besitzen. Dieser Autor hat eine Reihe von Versuchen über den Eintritt taktiler A. B. ausgeführt, wobei festgestellt wurde, ob sich A. B. einstellten, wenn der Vp. mit einem stumpfen Gegenstand 2—3 mal hintereinander leicht über den mittleren Handrücken gestrichen wurde. Der Prozentsatz von taktilen Eidetikern (76 %) scheint mir so hoch, daſs ich der Suggestion beim Zustandekommen der positiven Aussagen der jugendlichen Vpn. doch einen wesentlich höheren Einfluſs als Kroh einräumen möchte.

In systematischer eingehender Weise hat sich Wittmann[2] mit taktilen A. B. beschäftigt. Sie bestanden wie bei Kroh nur in einfachen Berührungseindrücken. Wie es mit A. B. von komplexeren Tastgestalten, bei denen der objektive Pol stärker betont ist, bestellt sein mag, bleibt vorläufig unentschieden.

Mit den halluzinatorischen, nicht durch geistige Erkrankung bedingten Tastvorstellungen, die seit längster Zeit bekannt sind, den sog. Illusionen der Amputierten, hat sich mein Amputiertenbuch ausführlich beschäftigt. Der Amputierte halluziniert in der Regel das in Verlust geratene Körperglied oder einen Teil desselben, demgegenüber sind die Fälle, in denen sich die Halluzination eines getasteten Gegenstandes einstellt, sehr selten. Die hier hervortretende Tendenz zur Verstärkung des subjektiven Pols zeigt sich auch in den Tasthalluzinationen, von denen die Psychopathologie zu berichten weiſs. Meist geschieht bei diesen Halluzinationen etwas mit dem Leib oder an dem Leib des psychisch Erkrankten. Die

---

[1] O. Kroh, Subjektive Anschauungsbilder bei Jugendlichen. Göttingen 1922. S. 145 ff.

[2] J. Wittmann, Über das Gedächtnis und den Aufbau der Funktionen. *Arch. f. d. ges. Psychol.* **45**, 1923.

Halluzination eines getasteten Objektes scheint seltener zu sein als die eines gesehenen.[1]

§ 13. Widerlegung möglicher Einwände.

Man wird vielleicht den von uns beschriebenen Tastphänomenen gegenüber geltend machen, es handle sich dabei nicht um elementare anschauliche Phänomene wie bei den bis jetzt von der Wissenschaft näher untersuchten Tasteindrücken; die neuen Tastphänomene seien nicht elementar, es hafte ihnen etwas Erschlossenes, ja geradezu etwas Konstruiertes an; die Untersuchungen bezögen sich auf Eigenschaften von Körpern, gehörten also nicht mehr in die Psychologie, vielleicht in die Gegenstandstheorie. Wir wollen diese Einwände kurz prüfen, wir dürfen uns davon einen gewissen Gewinn versprechen.

Nicht elementar kann heifsen: ursprünglich nicht im Bewufstsein vorgefunden. Dann würde, wer z. B. den verschiedenen Modifikationen und Spezifikationen der Oberflächentastung den elementaren Charakter abspricht, behaupten, dafs sie später im Bewufstsein — des Individuums, des Stammes, des Tieres — auftreten, als etwa das Erlebnis, das bei Erregung einzelner Druckpunkte eintritt. Aber aller Wahrscheinlichkeit nach gilt doch, wenn man eine derartige Gegenüberstellung überhaupt vornehmen will, gerade das Gegenteil. Kinder haben beim spielenden Tasten ohne Zweifel viel früher Erlebnisse von Tastflächen mit ihren mannigfaltigen Sondergestaltungen als Erlebnisse von isolierten Druckpunkten — wenn sie nicht zufällig als Kinder von Experimentalpsychologen geboren werden, die sie Laboratoriumsversuchen unterwerfen. Und alles weist darauf hin, dafs das Entsprechende auch in phylogenetischer Hinsicht gilt.

Wie steht es mit dem Argument, Eindrücke wie die Oberflächentastungen besäfsen nicht den anschaulichen Charakter der echten Sinneswahrnehmung, sie seien Produkte von Schlufsverfahren, es eigne ihnen etwas Gedankliches im Gegensatz zu einer einfachen Druckempfindung. Ich bitte den Leser,

[1] Man vgl. hierzu z. B. G. Störring, Vorlesungen über Psychopathologie. Leipzig 1900. 4. Vorlesung.

seine Finger über die Seite dieses Buches oder über seinen Schreibtisch zu bewegen. Hat die von ihm erlebte Oberflächentastung nicht volle blutwarme Anschaulichkeit? Ist das Erlebnis Produkt eines Schlufsverfahrens? Und nun betaste er sich, um ein „elementares“ Erlebnis zu haben, mit einem zugespitzten Bleistift. Erscheint letzteres Erlebnis nicht sogar viel fremdartiger, ungewohnter, problematischer, gekünstelter? Also auch bei diesem Argument, welches die von uns beschriebenen Tastphänomene in gewisser Hinsicht degradieren sollte gegenüber den bis jetzt von der Wissenschaft behandelten, gilt, dafs eine nähere Prüfung es geradezu in sein Gegenteil verkehrt.

Etwas länger wird uns der Einwand beschäftigen, dafs die neuen Tastphänomene ihren Ausgang nähmen von Eigenschaften der Körper unserer Umgebung, wie Härte, Weichheit, Glätte, Rauhigkeit usw., diese aber gehörten nicht zum Bereich der Psychologie. Hier tritt uns ein Einwand entgegen, der ebenso prinzipiell zu untersuchen ist, wie er gemeint ist. Tatsächlich haben weite Gebiete der Psychologie der Wahrnehmung gegenstandstheoretischen Charakter, sind also, wenn man es einmal so ausdrücken will, a-psychologisch.[1] Möchte man nun derartige Untersuchungen, zu denen ich auch diejenigen über die Erscheinungsweisen der Farben rechne, für die Psychologie verbieten? Da die Gegenstandstheorie sich noch nicht völlig von der Psychologie losgelöst hat — sich auch kaum jemals völlig von ihr loslösen wird —, so wird man bestimmt nicht einen so radikalen Standpunkt einnehmen wollen. Man befände sich übrigens in einem Irrtum, hielte man die bisher untersuchten Gebilde des Tastsinns in höherem Grade für psychologisch und in geringerem Grade für gegenstandstheoretisch als diejenigen, auf welche die vorliegende Untersuchung in besonderem Mafse die Aufmerksamkeit lenken will. Das läfst sich an zwei beliebig herausgegriffenen Beispielen leicht zeigen. Wenn wir den Tastsinn mit dem

[1] „Immer mehr gewinnt man die Überzeugung, dafs der Apsychologismus für die Psychologie von gleicher Bedeutung ist, wie der Psychologismus für die mit Psychologie zusammenhängenden philosophischen Zweigdisziplinen.“ V. Benussi, Psychologie der Zeitauffassung. Heidelberg 1913. S. 497.

Ästhesiometer in der üblichen Weise untersuchen, so erlebt die Vp. einen „spitzen Gegenstand", sie erlebt nicht nur Druck als einen Empfindungszustand ihres Leibes. Man konnte mit Recht den objektiven Pol der Erlebnisse ganz aufser Betracht lassen, solange es nur etwa darauf ankam, durch Verwendung des konstanten Reizes die Empfindlichkeit verschiedener Stellen der Haut für Druck miteinander zu vergleichen. Man konnte also von jenem objektiven Pol abstrahieren in Anbetracht seiner relativen Konstanz bei allen Untersuchungen, aber beseitigt war er damit nicht. Das Erlebnis „spitzer" Gegenstand verlangt schliefslich nicht weniger nach einer Analyse als Gebilde von der Natur der Oberflächentastungen. Auch bei den Untersuchungen über die Raumschwelle, sofern man sie hierher rechnen will, ist letzten Endes doch auch eine objektive Seite „Körper mit zwei Spitzen" gegeben. Eine unvoreingenommene Prüfung läfst uns demnach auch bei den alten Untersuchungen über den Tastsinn die gegenstandstheoretische Seite erkennen. Es ist also nach unseren letzten Ausführungen nicht mehr durch erkenntnistheoretische Gründe zu motivieren, zwischen älteren Untersuchungen des Tastsinns und den hier vorgelegten einen scharfen Schnitt zu führen.[1]

Kapitel III.
Die Bewegung als gestaltender Faktor der Tastphänomene.

§ 14. Die zeitatomistische Tendenz in der Betrachtungsweise der bisherigen Untersuchungen der Wahrnehmungspsychologie.

Durchgängig unterscheiden sich fast alle im 2. Kapitel behandelten Tastphänomene von den Phänomenen in anderen Sinnesgebieten dadurch, dafs zu ihrer Erzeugung eine Bewegung von Sinnesorgan und Reiz zueinander erfolgen mufs. Die Wahrnehmung des raumfüllenden Tastquale setzt eine Bewegung der Hand oder des Mediums ebenso voraus wie die Wahrnehmung des raumhaften Tasterlebnisses. Die Ober-

---

[1] **Es besteht also nicht nur für das Denken eine Transzendenz, auf die neuerdings Th. Erismann (Die Eigenart des Geistigen. Leipzig 1924) mit Nachdruck hingewiesen hat, sondern auch für das Wahrnehmen.**

flächentastungen mit all ihren Abarten lassen sich auch nur bei Bewegung erkennen und voneinander unterscheiden. Die Wichtigkeit der Bewegung als eines Faktors, durch welchen die sog. stereognostischen und manche von den jetzt hier behandelten Leistungen des Tastsinns wenn nicht überhaupt möglich so doch wenigstens sehr vervollkommnet werden, ist auch früheren Forschern durchaus nicht entgangen, nur hielt sie eine besondere Einstellung der Sinneswahrnehmung gegenüber, die wir als die zeitatomistische bezeichnen wollen, davon ab, diesen Faktor in seiner ganzen Bedeutung als gestaltende Kraft der Tastphänomene zu erkennen. E. H. Weber widmet der Wahrnehmung der Gestalt und des Abstandes der Körper durch die absichtliche Bewegung der Glieder einen besonderen Abschnitt seiner Abhandlung. Er sagt unter anderem: „Es ist überhaupt kaum zu glauben, wieviel bei der Wahrnehmung der Form der Körper und der Form ihrer Oberfläche im Kleinen (der Rauhigkeit oder Glätte), ferner bei der Wahrnehmung der Härte und Weichheit und des Abstandes der Körper voneinander von der absichtlichen Bewegung unserer Glieder abhängt. Man verschliefse die Augen, lasse die Hand wohlunterstützt ruhen. Wenn nun ein anderer Glas, Metall, Papier, Leder und andere Körper mit den Fingerspitzen in Berührung bringt und an denselben vorbeibewegt, so verwechselt man Körper miteinander, die man sogleich unterscheidet, wenn man die Hand bewegt“ (a. a. O. S. 90). Unten folgende Versuche werden zeigen (§ 23), dafs auch bei Bewegung der Tastflächen gegenüber der ruhenden Hand die Leistungen nicht so stark zu sinken brauchen, wie Weber es hier schildert, aber davon wollen wir vorläufig absehen und nur seinen richtigen Befund festhalten, dafs Bewegung für die Tastleistung erstaunlich viel bedeutet. Mehr das Stereognostische hat Helmholtz bei seinen folgenden Ausführungen im Auge. „Was wir beim ruhigen Auflegen der Hand, etwa auf das Gepräge einer Medaille, durch das Hautgefühl zu ermitteln imstande sind, ist aufserordentlich stumpf und dürftig im Vergleich mit dem, was wir durch tastende Bewegung, wenn auch nur mit der Spitze des Bleistifts, herausfinden.“[1] In

[1] H. Helmholtz, Die Tatsachen in der Wahrnehmung. Berlin 1879. S. 19.

ähnlicher Weise wie Weber hat Titchener in dem obigen Zitat (S. 12 f.) die Tastphänomene glatt und rauh mit der Bewegung des Tastorgans in Verbindung gebracht und zwar mit Unterschieden zwischen kontinuierlicher und intermittierender Bewegung. Auch für die Wahrnehmung des Öligen scheint ihm Bewegung nötig zu sein. In dem Zitat aus Thunberg (S. 14 f.) wird in gleicher Weise wie bei Weber, mit Erläuterung fast an denselben Beispielen, auf die Notwendigkeit der Bewegung für die Wahrnehmung von Oberflächenstrukturen hingewiesen. Angesichts derartiger Feststellungen möchte man doch fragen, warum man niemals dazu vorgedrungen ist, die Bewegung grundsätzlich als einen elementaren gestaltenden Faktor der Tastphänomene herauszuheben, unentbehrlich fast in dem Sinn, wie das Licht nötig ist, damit es zu Farbenempfindungen komme.

Es läfst sich zeigen, dafs dieses Versäumnis aufs engste mit der Forschungsrichtung oder -einstellung zusammenhängt, die wir oben als atomistisch gekennzeichnet haben. Der Neigung der Sinnespsychologie zur Atomisierung in histologischer Richtung, mit dem Ziel einer Ermittlung der Funktion der Sinneselemente, läuft eine andere parallel, nämlich die zur Atomisierung der Sinneswahrnehmung in zeitlicher Hinsicht. Beide Tendenzen verstärken sich in ihrer Wirkung, der Ausschaltung vieler komplexer Fälle der Wahrnehmung von der Untersuchung. Was hier unter zeitlicher Atomisierung verstanden wird, beschränkt sich nicht auf den Tastsinn, ist vielmehr auf jedem Sinnesgebiet nachzuweisen. So läuft fast durch die ganze Methodik der physiologischen Optik ein „tachistoskopischer“ Zug. Die tachistoskopische Methode wird wie eine Art Zeitlupe gehandhabt, um Teile der Wahrnehmung aus ihren Verbänden loszulösen oder wenigstens die Stellen ihrer Verleimung im Gesamtgefüge zu erkennen und die aufbauenden Empfindungselemente sichtbar zu machen. Je kürzer die Einwirkungszeit des Reizes, um so kräftiger die Wirkung. Dort wo man mit längeren Reizzeiten arbeitet, nimmt der Zeitatomismus eine andere Form an, die des starr gewordenen Reizes, es wird nämlich in der Regel für die ganze Zeit der Reizung eine möglichst unveränderte Art der Reizung festgehalten in der Annahme, dafs, abgesehen von dem Be-

wegungseindruck selbst, Bewegung des Reizes keine Neuschöpfung bedinge und daſs die Empfindungsatome in einfacher Weise über die Zeit zu summieren seien. Gewiſs hat die tachistoskopische Methode ihr gutes Recht und das zuletzt angedeutete Integrationsverfahren ist in fast allen Bezirken der psychologischen Optik sowie in anderen Sinnesgebieten statthaft, was aber den Tastsinn angeht, so wollen wir zeigen, daſs Vorgänge in der Zeit Bewuſstseinsphänomene zur Folge haben, die sich in keiner Weise auffassen lassen als Summen derjenigen Erlebnisse, die im Anschluſs an ruhende Tastreize entstehen.

Es ist wohl kein Zufall, wenn wir hier drei stark philosophisch orientierte Psychologen anführen können, die sich gelegentlich gegen den gekennzeichneten Zeitatomismus ausgesprochen haben. Cornelius macht darauf aufmerksam, wie der Eindruck der Rauhigkeit, den man beim Betasten einer Fläche erhalten kann, sofort aufhört, sobald man die sukzessiv getasteten Unebenheiten als solche einzeln bemerke. „Auch in der Sukzession ist das Bemerken der Mehrheit der Empfindungen kein selbstverständlicher Prozeſs; nur selten, bei besonderer Konzentration der Aufmerksamkeit werden die Sukzessiven eines kurzen Zeitraums einzeln wahrgenommen.“ [1] — Wir werden den Satz Meinongs,[2] „daſs es Vorstellungsobjekte gibt, deren Charakteristisches einer Zeitstrecke bedarf, um sich zu entfalten,“ im Tastgebiet voll bestätigt finden. — Mit besonderem Nachdruck hat sich schlieſslich W. Stern gegen die zeitatomistische Tendenz ausgesprochen. „Daſs nur solche Inhalte zu einem Bewuſstseinsganzen gehören können, die zu irgendeiner Zeit gemeinsam vorhanden, simultan sind, ... ist ein Dogma, das, mehr oder weniger verblümt, viele psychologische Betrachtungen beherrscht. Ich halte das Dogma ... für falsch.“ [3]

In der Gedächtnisforschung ist dort, wo man mit Sukzessiv-

---

[1] H. Cornelius, *Vierteljahrsschr. f. wiss. Philos.* 12.

[2] A. Meinong, *Zeitschr. f. Psychol.* 6, 1894, S. 448.

[3] W. Stern, Psychische Präsenzzeit. *Zeitschr. f. Psychol.* 13, 1897, S. 326 f.

komplexen als phänomenalen Einheiten operiert, mit der zeitatomistischen Einstellung gebrochen worden.[1]

§ 15. Das starre Prinzip in der Methodik früherer Tastversuche.

Studiert man die Methodik früherer Versuche über den Hautsinn, hauptsächlich die an Sauberkeit der Methode unübertroffenen M. v. Freys und seiner Schule, so findet man in ihr den nicht beabsichtigten aber unverkennbaren indirekten Beweis dafür, dafs eigentlich nur der bewegte, nicht der in der Zeit ruhende Reiz dem Tastsinn adäquat ist. Dieser Beweis soll hier herausgestellt werden. M. v. Frey und Metzner zeigten, dafs bei sukzessiver Reizung zwei benachbarte Druckpunkte an Stellen, an denen isolierte Erregung einzelner Tastpunkte möglich ist, unterschieden werden können, so dafs die Sukzessivschwelle dem mittleren Abstand dieser Organe merklich gleichgesetzt werden kann. „Es beweist dies nicht, wie Judd meint, dafs die Methode Webers unbrauchbar oder weniger zuverlässig ist, sondern dafs durch jedes der beiden Verfahren eine andere Schwelle bestimmt wird."[2] Die ungeheure Überlegenheit, die sich bei bewegtem Reiz gegenüber ruhendem für die Raumschwelle ergibt — so dürfen wir das erhaltene Ergebnis doch formulieren — spricht für die überlegene biologische Bedeutung der Sukzessivschwelle. Rupp meint ganz richtig (a. a. O. S. 158): „Leider ist die Untersuchung der Tastschwelle fast immer bei gleichzeitigem Aufsetzen von zwei Spitzen ausgeführt worden. Die Sukzessivschwelle ist mindestens ebenso wertvoll, sie liefert feinere Schwellen und zeigt nur die äufserste Grenze unseres Unterscheidungsvermögens." Für die praktischen Leistungen des Tastsinns ist ja ausschliefslich die Sukzessivschwelle mafsgebend. Den Tastsinn in Ruhe untersuchen, ist fast so, als wollte man die Leistungen der

---

[1] G. E. Müller, Komplextheorie und Gestalttheorie. Göttingen, 1923, S. 4f. Im allgemeinen hat sich neuerdings gegen den Atomismus in der Gedächtnispsychologie W. Peters ausgesprochen. *Zeitschr. f. pädag. Psychol.* 25, 1924.

[2] M. v. Frey u. R. Metzner, Die Raumschwelle der Haut bei Sukzessivreizung. *Zeitschr. f. Psychol.* 29, 1902, S. 161.

Beinmuskulatur ermitteln, nachdem man das Bein in einen Gipsverband gelegt hat.

Wie sehr völlige Bewegungslosigkeit des Tastorgans der Natur des Tastsinns widerstreitet, ergibt sich daraus, daſs v. Frey und seine Schüler die kleinsten unwillkürlichen Bewegungen der geprüften Tastorgane, welche für sie Fehlerquellen darstellten, nur dadurch glaubten beseitigen zu können, daſs sie den in Frage kommenden Körperteil in eine Hohlform aus Gips legten, die jede Bewegung ausschlieſsen sollte. Bei manchen Blinden ist ja bekanntlich die natürliche Neigung, das Tastorgan bei Reizung zu bewegen (Tastzuckungen), so gesteigert, daſs sie für die exakte Feststellung von simultanen Raumschwellen schwer zu gebrauchen sind.[1]

Eingehende Untersuchungen von v. Frey und Goldmann[2] haben gezeigt, daſs die einfache Berührungsempfindung bei unbewegtem Reiz sehr schnell verblaſst und unmerkbar wird. Es soll das eine Folge von schnell einsetzender Ermüdung sein. Eine weitere Folge der schnellen Ermüdbarkeit des Drucksinns ist die oft erwähnte Tatsache, daſs die Kleidung, die unseren Körper bedeckt, sich auffällig wenig taktil bemerkbar macht, solange sie sich nicht verschiebt. Man muſs sich vor einer falschen Deutung solcher Beobachtungen hüten: die Tastorgane versagen nach kurzer Zeit nur ruhenden oder zur Ruhe kommenden Reizen gegenüber, dagegen sind sie in merkwürdig geringem Grade ermüdbar gegenüber bewegten Tastflächen. Bewegt man z. B. unter Verwendung von rotierenden Scheiben ein Tuchband mit mäſsiger Geschwindigkeit und mäſsigem Druck an einer Fingerkuppe vorüber, so kann das minutenlang, ja, wenn man für den Versuch nur die nötige Geduld aufbringt, stundenlang geschehen, ohne daſs man mit Sicherheit eine wesentliche Änderung des Tasteindrucks feststellen könnte. Was besagt das anders, als daſs bei diesem Versuch die Tastpunkte in kaum meſsbarer Weise ermüden, so wenig, daſs man unwillkürlich an die „Unermüdbarkeit“ des Gehörs denkt. Gewiſs, man kann bei ganz robustem Zu-

---

[1] Zur Frage der Tastzuckungen vgl. man z. B. S. Heller, Entwicklungsphänomene im Seelenleben der Blinden und ihre Konsequenzen für die Blindenbildung. Berichte der Blindenlehrerkongresse 1904.

[2] M. v. Frey u. A. Goldmann, *Zeitschr. f. Biol.* **65**, 1914.

packen schliefslich auch durch bewegte Tastreize die Tastorgane totkriegen (§ 28, 1) aber wenn man einmal von derartigen künstlichen Fällen des Laboratoriums absieht, darf der Tastsinn praktisch als fast unermüdbar für bewegte Reize angesprochen werden. Kann man sich einen überzeugenderen Beweis für die hier vertretene These denken, dafs die biologisch adäquate Form der Reizung für den Tastsinn der bewegte Reiz ist und dafs alle Versuche mit maximal starrer Methodik, so ertragreich und wertvoll sie ohne Zweifel gewesen sind, doch ausschliefslich abiomorphe Tastgebilde (S. 11) zu ergreifen vermochten? Die vorstehend mitgeteilten Proben aus früheren Untersuchungen mögen genügen zur Erhärtung des Satzes, dessen Beweis eingangs dieses Paragraphen in Aussicht gestellt worden war.

§ 16.
Bewegung als schöpferische Kraft im Tastsinn.

Gilt das Vorstehende dem Nachweis, dafs die Bewegung als ein wichtiges Mittel zur Steigerung der Wirkung von ruhenden Reizen im Tastgebiet in Frage kommt, ohne dafs sich dabei die Natur der bewirkten Phänomene wesentlich ändert, so ergeben andere Analysen, dafs die Bewegung im Tastsinn zu Schöpfungen führen kann, die Versuchen mit starrer Methodik überhaupt nicht zugänglich sind. Dem Tastsinn eignet, wie wir sehen werden, die Eigentümlichkeit, auf Reizverläufe mit Gebilden zu reagieren, denen nichts von Bewegung, und zwar in keiner Form, mehr als wesentlich anzugehören scheint. Es ist, als werde die kinematische Form des Reizes in die statische der Eigenschaft eines Körpers transformiert.

Dafs die Bewegung Tastphänomene schafft, die nur von Gnaden der Bewegung existieren, erweisen alle Modifikationen von Oberflächentastungen; Glätte und Rauhigkeit sind tatsächlich nur bei Bewegung des Tastorgans zur Tastfläche vorhanden, nicht aber bei Ruhe. Mag sein, dafs es auch so etwas wie optische Glätte und Rauhigkeit gibt, ihre Urbilder liefert der Tastsinn, und der Blindgeborene bekommt jedenfalls nur durch ihn von jenen Eindrücken Kenntnis. Verbietet man die Bewegung, so entfällt der ganze Reichtum an Modifika-

tionen und Spezifikationen der Oberflächentastung, von dem dieses Werk berichtet. Aber auch alle anderen in den §§ 6—8 geschilderten Tastphänomene lockt nur die Bewegung der Tastorgane ins Dasein. So notwendig auch objektiv die Bewegung zur Erzeugung dieser Tastgebilde ist, so wenig tritt subjektive Bewegung als einer ihrer Teilinhalte in die Erscheinung. Um das, was in seiner Besonderheit hier beschrieben werden soll, ganz zu erfassen, mufs ich den Leser wieder bitten, dem Versuch meiner Beschreibung dadurch entgegenzukommen, dafs er sich einige Oberflächentastungen erzeugt. Man fährt über die Schreibunterlage hinweg und fühlt deren Eigenschaft „weiche Rauhigkeit". Dieser Eindruck konstituiert sich unter der Bewegung, ohne auch nur die Spur einer Bewegung als Teilinhalt in sich selbst aufzunehmen. Weiche Rauhigkeit eignet der Schreibunterlage in demselben Sinn wie ihre Farbe, und ebensowenig wie der Farbe kann man der taktilen Eigenschaft Bewegung als einen Teilinhalt zusprechen. Gewifs, man erlebt die Bewegung des Tastorgans subjektiv, wenn sie sich der Struktur der Oberfläche bemächtigt, aber damit wird die Bewegung nicht zu einem Teilinhalt der Oberflächentastung. Man kann die Augen über die Gegenstände wandern lassen und sukzessive ihre Farben erfassen, aber wird damit Bewegung zu einem Teilinhalt der Farben der Körper? Weiter wollen wir in der phänomenologischen Analyse hier nicht gehen, sie hat speziellere Untersuchungen zur Voraussetzung, wie sie unten (Abschnitt III) folgen werden.

Auch alle Eindrücke, die der Reihe hart-weich angehören, verdanken ihr Entstehen ausschliefslich Reizverläufen. Ruht das Tastorgan wirklich bewegungslos auf einem Körper, so ist jedes sichere Urteil darüber, ob er hart oder weich sei, ausgeschlossen. Die Fingerkuppe hat die gröfste Empfindlichkeit für diese Eindrücke, je nach Umfang und zeitlicher Gliederung der Erregung ihrer Drucksinnesorgane entsteht der Eindruck der Härte oder dieses oder jenes Weichheitsgrades. Es ist erstaunlich, wie grofs die Mannigfaltigkeit dieser Erlebnisse ist, die aus einer Variation der raum-zeitlichen Erregungsbedingungen des Fingers bei der Abplattung hervorgehen.[1] Bei aktivem Tasten, wenn von einer bestimmten

[1] M. v. Frey ist der Ansicht, dafs es eine tiefe Druckempfindung

Höhe des ausgeübten Druckes an auch die Empfindungen des Muskelsinns einsetzen und sich am Aufbau der Eindrücke beteiligen, entwickelt sich eine gröfsere Empfindlichkeit, aber auch bei Bewegung der Körper gegen das ruhende, fest gelagerte Tastorgan sind Urteile über Härte und Weichheit möglich, es müssen also die Erregungsvorgänge in der Haut die eigentlichen Träger der hier diskutierten Eindrücke sein. Bei einer gewissen Geschwindigkeit der Tastbewegungen läfst sich am besten Härte und Weichheit beurteilen, abgesehen aber von extremen Geschwindigkeiten nach oben und unten besteht für mittlere Geschwindigkeiten Invarianz jener Eindrücke. So wie die Erlebnisse Glätte und Rauhigkeit ihren Ursprung aus einem Reizverlauf zu verleugnen scheinen, indem ihnen keine zeitliche Komponente als wesentlich angehört, in derselben Weise scheint auch in den Erlebnissen der Reihe hart-weich selbst nichts mehr von einer Zeit zu stecken. Kommt das tastende Organ auf einem Körper zur Ruhe, so kann der vorher entwickelte Eindruck der Härte oder Weichheit noch ganz kurze Zeit bestehen bleiben (Analogie S. 50), aber dann macht dieser Eindruck, der etwas Lebendiges an sich hat, dem Eindruck des toten Druckerlebnisses Platz.

---

nicht gibt. „Es wird sich . . . empfehlen . . . die sog. tiefen Druckempfindungen als das zu bezeichnen, was sie sind, übertragene Druckempfindungen, Spannungsempfindungen oder tiefen dumpfen Schmerz." *Zeitschr. f. Biol.* **66**, S. 432. Gegen diese Anschauung hat sich mehrfach A. Goldscheider, neuerdings zusammen mit P. Höfer, mit sehr beachtenswerten Argumenten gewandt. Abgesehen von dem eigentlichen Drucksinn mit seinen Druckpunkten kommt nach den beiden Autoren der Haut und den tieferen Geweben eine Sensibilität für mechanische Reizungen zu, welche vorwiegend für die Wahrnehmung der Zustandsänderung der Gewebe selbst bestimmt ist. Für unsere Untersuchung ist eine Entscheidung der Streitfrage nicht sehr wichtig, denn für den Aufbau der Tastwelt ist die umstrittene tiefe Druckempfindung ohne besondere Bedeutung. Selbst Goldscheider und Höfer sind der Anschauung, dafs der eigentliche Drucksinn vorzugsweise einer Erkennung der Aufsenwelt zu dienen hat und nicht der tiefe Drucksinn. Die tiefe Druckempfindung „vermittelt druckähnliche Empfindungen von dumpfem Empfindungsinhalt, welchem die Steigerung zu starken und harten Druckempfindungen fehlt". Über den Drucksinn, *Pflügers Archiv* **199**, 1923, S. 619.

Es mufs hier schliefslich noch des Eindrucks des Elastischen als durch Reizverläufe bedingt gedacht werden. Wenn wir mit dem Finger auf eine gespannte Gummimembran oder auf eine Feder drücken, so erfassen wir die Elastizität dieser Körper anschaulich, es ist nicht so, dafs wir sie nur in abstrakter Weise erschliefsen. Die Physik hat einen einheitlichen Begriff der Elastizität, die Formen aber, unter denen sich Elastisches phänomenologisch gibt, sind sehr mannigfaltig. Wir unterscheiden sehr wohl, um auf die angeführten Beispiele zurückzukommen, die Elastizität einer Gummimembran von der einer Stahlfeder. Wir unterscheiden auch eine aufserordentlich grofse Anzahl von Intensitätsstufen jeder Elastizitätsform. Ändert man die Spannung der Gummimembran und die Stärke der Feder, so kann man das Elastizitätserlebnis alle gewünschten Grade durchlaufen lassen. Mafsgebend für den Aufbau der Elastizitätserlebnisse sind wieder die raum-zeitlichen Ablaufsformen der Erregung der Sinnesorgane des Druck- und des Muskelsinns. Aber der Muskelsinn scheint hier wesentlich stärker beteiligt zu sein als beim Zustandekommen der Eindrücke Härte und Weichheit. Dafür spricht zweierlei, einmal die Tatsache, dafs es nicht recht gelingen will, durch Bewegung elastischer Körper gegen das ruhende festgelagerte Organ den Eindruck des Elastischen zu erzeugen, zum zweiten, dafs man auch bei weitgehender Zurückdrängung des Drucksinns sehr ausgeprägte Elastizitätserlebnisse auslösen kann. Man nehme ein grofses Stück Gummi zwischen die Schneidezähne und beifse darauf, das Elastizitätserlebnis kann dann ganz ausgeprägt sein, aber von einer Erregung des Drucksinns dürfte hier, wenigstens bei kleinerem Kraftaufwand, noch keine Rede sein. Wir haben uns daran gewöhnt, die Bewegungen zur Erkundung der elastischen Verhältnisse mit ganz bestimmten Geschwindigkeiten auszuführen, aber wir sind nicht fest an sie gebunden, es gilt ganz dasselbe wie für die Bewegungen zur Feststellung von Härte und Weichheit. Wenn es auch gewisse Übergänge zwischen den Eindrücken der Elastizität und der Reihe hartweich gibt, so gilt doch, dafs sie in der Regel scharf auseinandergehalten werden. Es können nahezu alle Glieder der Reihe hart-weich mit allen Formen und allen Graden der

Elastizität gepaart in unserer Erfahrung vorkommen. Auch hierin erweist sich die erstaunliche psychische Gestaltungskraft gegenüber den peripheren Sinnesdaten.

Die Literatur enthält wenig Untersuchungen über das Elastizitätserlebnis. Einige treffende Beobachtungen finden wir bei Lotze. „Der unnachgiebige Stein unter unseren Füſsen gibt uns ein anderes Gefühl als die hölzerne Stufe einer Treppe oder die Sprosse einer Leiter.“ „An den Unterschieden der Schwingungen unterscheiden wir leicht, ob die Sprosse der Leiter breit oder schmal ist“ (a. a. O. S. 197). — Sehr beachtenswerte Versuche hat Gildemeister bei der Prüfung der Frage der sog. Härte der tierischen Gewebe mit gespannten Schnüren und elastischen Saiten angestellt, bei denen sich eine groſse Unterschiedsempfindlichkeit ergeben hat.[1] Er bemerkt: „Es ist eigentlich ein ... psychologisches Problem, was wir unter Härte gewöhnlich verstehen.“ — Zwei Amerikanerinnen haben Versuche durchgeführt über die nicht-visuelle Wahrnehmung der Länge gewippter Stäbe, wobei sie zu dem Ergebnis gekommen sind, daſs maſsgebend für die Beurteilung vor allem zwei einander gegenüberstehende Druckempfindungen sind, deren Frequenz und Intensität bei Änderung der Länge des Gewichts und der Schwerpunktslage der Stäbe sich ändern.[2]

Man hat zuweilen erklärt, daſs man einem Gegenstand Elastizität (resp. Sprödigkeit) ansehen könne. Gewiſs kann man etwas Derartiges behaupten, aber man wird nicht übersehen dürfen, daſs die Wurzel des Elastizitätserlebnisses im Taktilen resp. Kinästhetischen steckt und daſs von hier aus auch der visuelle Eindruck seine Interpretation empfängt. Sehr eindringlich ist die Einladung zur Einfühlung in Elastizitätsverhältnisse, welche im Winde bewegte Bäume, wie Birken, an unser Auge richten. Die Angelrute eines Fischers schwankt hin und her, wir beobachten die Weite ihrer Ausschläge, die Geschwindigkeit der Bewegung ihrer einzelnen Teile und kommen so zur Vorstellung ihrer Elastizitätsverhältnisse, d. h.

[1] Gildemeister, Über die sog. Härte tierischer Gewebe und ihre Messung. *Zeitschr. f. Biol.* **63**, 1914, S. 187.

[2] Erna Shults, On the non-visual perception of the length of vertically whipped rods, und A. S. Baker, On the non-visual perception of the length of horizontally whipped rods. *The Amer. Journ. of Psychol.* **33**.

wir reproduzieren die entsprechenden taktil-kinästhetischen Erlebnisreihen. Dafs für den Aufbau des Elastischen ein Primat des Taktil-kinästhetischen besteht, äufsert sich darin, dafs wir die optisch wahrgenommene Elastizität der Kontrolle des Tastsinns unterwerfen, aber nicht den umgekehrten Weg einschlagen. Auch der Blindgeborene hat das Elastizitätserlebnis und die entsprechende Vorstellung. Übrigens weist auch die Vorstellung, die wir vom Elastischen haben, auf den Reizverlauf als Wecker des Eindrucks des Elastischen hin, man kann sich nicht etwas Elastisches vorstellen, ohne dafs man sich eine Bewegung an einem elastischen Objekt ausgeführt denkt.

Anhang.
Bewegung als schöpferische Kraft in anderen Sinnesgebieten.

Soweit ich sehen kann, kommt eine Umsetzung eines Reizverlaufs in ein Phänomen, das nichts von Bewegung mehr an sich trägt und darum in gewisser Hinsicht den soeben behandelten an die Seite gestellt werden kann, nur noch in dem Fall vor, wo auf Grund einer sukzessiven akustischen Erregung der beiden Gehörorgane eine bestimmte (ruhende) Lokalisation des akustischen Eindrucks im Raum erfolgt.[1] Auf den ersten Blick scheint es, dafs manches aus W. Sterns oben erwähnter Arbeit über die psychische Präsenzzeit hier anzuführen sei. In Wirklichkeit will Stern nur nachweisen, dafs das aktuelle Bewufstsein zeitlich nicht als punktuell zu denken ist; das Problem, das uns hier beschäftigt, wie sich Zeit sozusagen aufbrauchen kann in der Produktion neuartiger Wahrnehmungsgebilde, lag ihm noch fern. — Wie steht es mit dem Heer von Tatsachen aus der Bewegungswahrnehmung? Sie gehören nicht hierher, weisen sie doch alle die subjektive Zeitartikulation als eine ihnen wesentliche Seite auf. Es gibt hier allerdings Phänomene, wo die zeitliche Gliederung als solche stark zurück-

[1] Nach der Theorie von E. v. Hornbostel und M. Wertheimer, Über die Wahrnehmung der Schallrichtung, Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1920. — Nach v. Hornbostel ist bei der Lokalisation des Schalls „als Reiz in jedem Fall der ganze, zeitlich ausgedehnte Schwingungsvorgang anzusehen, nicht blofs der Schwingungszustand in einem Zeitmoment.“ Physiologische Akustik, Jahresber. über d. ges. Physiol. 1920.

tritt und die Bewegung einen neuartigen Effekt herbeiführt, nämlich hochgradig raumintensivierend wirkt. In der monokularen Stereoskopie[1] erweckt eine hinreichend schnelle Sukzession von Zeichnungen, die einen Körper von verschiedenen Standpunkten aus wiedergeben, den Eindruck des — bewegten — Körpers mit auffallend starker Plastizität. Ähnliches ist bei kinematographischen Vorführungen zu konstatieren, die in der Bewegung aufgenommen worden sind. Auch in den bekannten raumpsychologischen Beobachtungen von JAENSCH[2] zeigt sich bei bewegtem, flüchtigem Blick Zunahme der Deutlichkeit des leeren Raumes.

Ich schliefse diese Ausführungen mit einem Hinweis auf wenig beachtete Vorgänge beim Genufs plastischer Kunstwerke, deren Erklärung in gleicher Richtung zu suchen sein dürfte. In einer Diskussion, die sich an einen Vortrag von H. CORNELIUS über die Ansichtsforderung in Architektur und Plastik anschlofs, machte O. WULFF folgende Ausführungen: „Die künstlerische Gestaltung will das Ganze in simultaner Anschauung bieten . . . Es gibt eine beträchtliche Anzahl von antiken und modernen Bildwerken, die ihren vollen plastischen Gehalt in der Hauptansicht nicht herausgeben, sondern geradezu die Betrachtung im Herumgehen (von mir gesperrt) fordern, so z. B. der Borghesische Fechter, die Pasquino- und andere Gruppen . . . Man kann auch bei ihnen nicht von mehreren gesonderten Ansichten sprechen, vielmehr gleitet die eine in die andere über. Ganz besonders ist das bei manchen Typen der Frühgotik der Fall, die . . . durchaus in der Bewegung des Vorbeischreitens gewonnen werden wollen . . . Daraus folgt, dafs sich auch in der Plastik (wie in der Architektur beim Durchschreiten von Räumen . . .) die Aufnahme des Kunstwerkes durch den Beschauer gelegentlich nicht simultan, sondern in sukzessivem Zeitablauf vollzieht.“[3] Ich kann den Ausführungen WULFFS aus eignen Erfahrungen nur zustimmen.

---

[1] Man vgl. hierzu M. STRAUB, *Zeitschr. f. Psychol.* 36, 1904.

[2] E. R. JAENSCH, Über die Wahrnehmung des Raumes. Erg.-Bd. 6 der *Zeitschr. f. Psychol.* Leipzig 1911. Kap. 6.

[3] Bericht über den 1. Kongrefs für Ästhetik u. Kunstwissenschaft. Stuttgart 1914. S. 268. Man hat neuerdings angefangen, frühitalienische Skulpturen, Negerplastiken, Buddhastatuen usw. zu filmen, die man auf

§ 17.
Konstanz der Lokalisation und der Eigenschaften von Körpern bei bewegtem Tastorgan.

Wenn wir mit den Augen eine Bewegung ausführen, gleiten die Bilder der Gegenstände über die Netzhaut. Dieses Gleiten hat aber nicht zur Folge, dafs die Gegenstände selbst bewegt erscheinen, vielmehr behalten sie für uns ihren Ort im Raum bei. Werden die Augen nicht willentlich bewegt, so wird das Gleiten der Netzhautbilder auf Bewegungen der Körper bezogen und ebenso treten an ihnen Scheinbewegungen auf, wenn der Beobachter glaubt, das Auge bewegt zu haben, dieses aber in Wirklichkeit in Ruhe geblieben ist (Augenmuskellähmung). HERING und MACH haben die Theorie aufgestellt, dafs die objektive Bewegung der Netzhautbilder nicht auf eine Bewegung der Körper bezogen wird, wenn ihr ein zentral ausgelöster, nach Gröfse und Richtung entsprechender Gegenimpuls gegenübertritt. Auch die Scheinbewegungen bei Augenmuskellähmung lassen sich nach jener Theorie erklären. MACH hat (a. a. O. S. 111 ff.) bereits angedeutet, dafs im Taktilen ganz ähnliche Verhältnisse wie im Optischen anzutreffen sind, ihnen nachzugehen sei im folgenden unsere Aufgabe. Wenn ich mit der Hand über einen festen Gegenstand, z. B. die Ecke meines Stuhls, fahre, so sind es andere und immer andere Teile der Hand, die mit der Ecke in Berührung kommen, das Tastbild gleitet also ähnlich über die tastende Fläche wie das optische über die Netzhaut. Nun verharrt für uns die Ecke ganz ebenso unverändert an ihrer Stelle im taktilen Raum wie die Sehdinge bei bewegtem Auge unverändert an ihrer Stelle im optischen Raum bleiben. Wir haben also ähnlich wie für die Ruhe im Optischen bei Gleiten der Netzhautbilder, so hier für die Ruhe im Taktilen bei Gleiten der Tastbilder eine Kompensierung durch zentrale Bewegungsimpulse anzunehmen.[1] Die im Optischen vielfach untersuchten negativen

---

einen um die eigne Achse sich drehenden Sockel setzt. Bei der Wiedergabe im Lichtbild sollen diese Kunstwerke überraschende höchst wunderbare Wirkungen ergeben.

[1] Die Bewegung, welche den Transport der Tastbilder zur Folge hat, ist sensorisch viel deutlicher als die Bewegung der Augen.

Bewegungsnachbilder bestehen nach Thalman auch im Taktilen.[1] Keine Parallele hat im Optischen der Fall, dafs ein Tastorgan ein anderes Tastorgan betastet, es fühlt dann, worauf auch schon Weber (a. a. O. S. 111) hingewiesen hat, das bewegte Tastorgan das unbewegte als Objekt; es ist nur durch einen gewissen Zwang möglich, mit dem unbewegten Tastorgan das Vorbeigleiten des bewegten zu erleben. Diese Auffassung ist wohl der Erfahrung entlehnt; wo relative Bewegung einer Tastfläche zu einem Tastorgan erfolgt, wird diese in der Regel bedingt sein durch Bewegung des Tastorgans.

Nicht minder merkwürdig wie das Verweilen der Objekte an ihrer Stelle im Raum ist die Erhaltung ihrer Gestalt sowie ihrer Farbe und Oberflächenstruktur bei einer Bewegung des Auges. Mit der Frage der Gestalterhaltung haben sich auch schon andere, wie z. B. Mach, eingehend beschäftigt, weniger hat man sich das Ungewöhnliche des Falles klar gemacht, dafs die Farbe eines Gegenstandes sich bei naiver Betrachtung kaum zu ändern scheint, wenn bei bewegtem Auge farbenuntüchtigere Netzhautteile an die Stelle der farbentüchtigeren treten, und gänzlich unbeachtet ist die Tatsache geblieben, dafs die Oberflächenstruktur von Gegenständen bei Verschiebung in Bezirken von ganz differenter Empfindlichkeit wesentlich dieselbe zu bleiben scheint (Erscheinungsweisen I, § 28). Der Tastsinn zeigt ganz ähnliche Sachverhalte. Bewegen wir die Hand über einen Gegenstand, z. B. über einen Schlüssel, so bleibt die Form für uns erhalten, obgleich nacheinander Stellen der Hand von ganz verschiedener Empfindlichkeit beim Tasten Verwendung finden. Noch auffälliger mufs die Tatsache erscheinen, dafs auch die mikromorphen Eigenschaften der Körper sich trotz der wechselnden Empfindlichkeit der einzelnen Stellen der Hand nicht merkbar ändern, wenn die Hand über sie hinwegfährt.

---

[1] A. Wellington Thalman, The after-effect of movement in the sense of touch. Die Erregung erfolgt durch endlose Bänder, die sich über die Haut bewegen. Die scheinbare Gegenbewegung ist deutlicher, wenn das Band nach Sistierung der Bewegung mit der Haut in Berührung bleibt. Die Täuschung nimmt zu mit breiter werdendem Band, mit gröfserer Rauhigkeit des Bandes, sowie mit der Dauer seiner Einwirkung. *The Amer. Journ. of Psychol.* **33**.

Wenn das Auge das Gesichtsfeld mit Bewegungen absucht, so wird während der Bewegungen selbst nichts erkannt, diese haben nur die Bedeutung, nacheinander die verschiedenen Teile des Gesichtsfeldes auf die Stelle des deutlichsten Sehens zu bringen. Wirklich erkannt wird nur in den zwischen zwei Bewegungen liegenden Ruhepausen.[1] Im Hinblick hierauf spricht man gelegentlich von einer Anästhesie des bewegten Auges, und es gibt Auslassungen mancher Autoren, die sie als eine radikale deuten, also der Meinung sind, während der Bewegung des Auges verhielten wir uns wie Blinde. So ist es aber nicht, vielmehr kann, wie ich an anderer Stelle nachgewiesen habe, während der Bewegung des Auges ein ungegliederter Farbeneindruck von beträchtlicher Stärke bestehen, es wird nur nichts erkannt.[2] Die Sehdinge mit ihren Farben sowie ihren makromorphen und mikromorphen Eigenschaften sind nur dem ruhenden Auge zugänglich. Umgekehrt liegen die Verhältnisse beim Tasten. Es war die Aufgabe dieses Kapitels in allgemeiner Form nachzuweisen, dafs sich dem Tastorgan erst in der Bewegung der ganze Reichtum der tastbaren Welt erschliefst. Der Tastsinn bringt nur durch die Bewegung die Körper zum Sprechen über ihre Eigenschaften, während das Auge sie durch seine Bewegung in ein Empfindungschaos wirft. Sprechen wir im Sinne des letzten Vergleichs, so gilt, dafs der Tastsinn durch den Übergang in den Zustand der Ruhe mit einer partiellen Anästhesie beladen wird.

Anhang. Bewegungsgestalten und ruhende Figuren.

Die Wichtigkeit, welche der Bewegung für die Leistungsfähigkeit des Tastsinns zukommt, legt die Frage nahe, ob nicht bewegte Reize früher einmal auch für den Gesichtssinn eine höhere Bedeutung besessen haben. Es ist bekannt, dafs die Peripherie der Netzhaut in allen Leistungen, mit Ausnahme der Fähigkeit Bewegungen wahrzunehmen, hinter der Netzhautmitte wesentlich zurücksteht. Die Hypothese liegt nicht allzu fern, dafs die Netzhautperipherie mit ihrer Einstellung auf

---

[1] B. Erdmann u. R. Dodge, Psychologische Untersuchungen über das Lesen. Halle 1898. Kap. 1.

[2] Amputierten-Arbeit, S. 27.

Bewegungsreize einen früher von der Netzhautmitte durchlaufenen Zustand wiedergibt. Damit mag es als ein erstes zusammenhängen, daſs nach STERN „für mäſsig bewegte Objekte ceteris paribus die Unterschiedsempfindlichkeit der Netzhautmitte gröſser ist als für ruhende“.[1] Kinderpsychologische Beobachtungen gewähren unserer Hypothese keine ganz sichere Stütze, denn die Tatsache, daſs jüngere Kinder durch bewegte Reize stärker erregt werden als durch ruhende, könnte auch andere Deutungen erfahren[2], für sie sprechen aber unzählige Beobachtungen an Tieren. Fast durch die ganze Tierpsychologie klingt die hohe biologische Bedeutung der optisch wahrgenommenen Bewegung. Nach EXNER[3] ist das Insektenauge wenig geeignet zur Auffassung einer Raumordnung, wohl aber zu der einer Bewegung. Die Käfer von der Gattung Cerambyx, die sich bei Berührung totstellen, haben vermutlich mehr Aussicht, unbewegt dem Zugriff ihrer Feinde zu entgehen. Nur bewegte, nicht ruhende Nahrung führt beim Frosch, bei der Eidechse, beim Molch[4] zur Nahrungsaufnahme. Es kann ganz dahingestellt bleiben, wie es mit dem Bewuſstseinswert der

---

[1] L. W. STERN, Die Wahrnehmung von Bewegungen vermittels des Auges. *Zeitschr. f. Psychol.* 7, 1894. — Nach H. HELMHOLTZ (Physiologische Optik, 2. Aufl.) werden bei bewegtem Reiz noch Helligkeitsunterschiede von 1/131 statt 1/100 bei ruhendem erkannt.

[2] K. KOFFKA meint, „daſs das Neugeborene eine geringere Fähigkeit hat Bewegungen zu sehen, wie die Erwachsenen“. (Die Grundlagen der psychischen Entwicklung. Osterwieck 1921. S. 45.) Soweit es sich um die Fähigkeit handelt, Bewegungen richtig zu sehen und aufzulösen, mag das richtig sein. Was aber die Erregbarkeit der optischen Aufmerksamkeit beim jüngeren Kind angeht, so hat ein mäſsig schnell erfolgender Vorgang eine viel gröſsere Wirkung als ein ruhender Gegenstand.

[3] S. EXNER, Abhandl. d. Wiener Ak. d. Wiss., III. Abt., Bd. 72, 1875, S. 165 ff.

[4] „Hören wir mit der Bewegung auf, nachdem der Molch den ersten Schritt vorwärts getan hat, so macht er, statt auf das für das Auge offen daliegende Objekt weiter vorzugehen, halt und verfällt, wenn wir keine erneute Bewegung hervorrufen, in Ruhe.“ „Sowie der Wurm zur Ruhe kommt, ist er im gleichen Moment für das Auge genau so indifferent, als ob er niemals Bewegung gezeigt hätte.“ E. MATTHES, Die Rolle des Gesichts-, Geruchs- und Erschütterungssinnes für den Nahrungserwerb von Triton. *Biol. Zentralbl.* **44**, 1924, S. 77.

bewegten Reize bei diesen Tieren steht, worauf es ankommt, ist die Tatsache, daſs ihr optisches Organ sich in lebenswichtigster Situation einer Sukzession von Erregungen, dem über einen gröſseren Zeitraum sich erstreckenden Totalreiz gegenüber ganz anders verhält als gegenüber seinen Bruchstücken.[1] Aber das Gesagte gilt nicht nur für Insekten, Reptilien und Amphibien, es bestätigt sich auch in dieser oder jener Form bei allen Säugetieren, bei denen das Gesicht nicht verkümmert ist. SETON THOMPSON bringt in seinen auf intimster Beobachtung der Tiere beruhenden Schilderungen immer wieder zum Ausdruck, daſs von zwei feindlichen Tieren dasjenige den Sieg davonträgt, das bei der Begegnung eher zur Bildsäule zu erstarren vermag, als das andere es erblickt. Ich möchte nebenbei bemerken: man kann aus den zahlreichen Fällen angeborener oder erworbener Abgestimmtheit optisch geleiteter Tiere aufeinander, wie sie sich zeigt in dem Erkennen als „Artgenosse schlechthin" oder als „Individuum von anderem Geschlecht", als „Beute" oder als „Blutfeind" usw. entnehmen, daſs es andere und andere, jedenfalls aber spezifische am Tier auftretende Bewegungsgestalten und nicht Bewegungen schlechthin sind, was die Tiere dabei wahrnehmen.[2]

Es ist ein weiter Weg von der Wahrnehmung einer Bewegungsgestalt durch das Tier bis zur Erkennung und Zergliederung ruhender optischer Figuren mit der Vollkommenheit, wie der Mensch sie aufweist. Die Netzhautmitte des Menschen zeigt, indem sie neben der Geschicklichkeit ruhende Figuren zu bewältigen auch der Auffassung von Bewegungsgestalten fähig ist, Spuren einer durcheilten Entwicklungsstufe, auf der viele Tiere dauernd festgehalten werden. Wenn ich

---

[1] Wir müssen hiernach über gewisse Zeiträume sich erstreckende physiologische Gesamtprozesse annehmen. In ihnen aber, wie manche Autoren es tun, eine Erklärung für psychische Gesamtprozesse zu sehen, möchte ich mit V. BENUSSI (*Arch. f. d. ges. Psychol.* **36**, 1916, S. 64) ablehnen.

[2] Die individuellen Bewegungsgestalten beim Menschen kennt jeder. „Nichts charakterisiert den Menschen besser, als die Art, wie er sich bewegt ... Der Ausdruck eines Gesichts bleibt im Bewuſstsein lebendig, wenn sein Bild schon verlöscht ist." M. v. HORNBOSTEL, Musikalischer Exotismus. Musikzeitschrift Melos, Jahrg. 1921, Heft 9.

mich der Anschauung derer anschliefse, die wie Exner, Koffka, Köhler und Wertheimer in der Wahrnehmung von Bewegungen etwas ganz Neues, geradezu Empfindungsartiges gegenüber Eindrücken in Ruhe sehen,[1] so geschieht es, weil ich neben der Introspektion dem behavioristischen Material aus der Tierpsychologie einen beträchtlichen Beweiswert beilege. Ich möchte glauben, dafs eine Ausdehnung der von uns aufgestellten speziellen Hypothese auf andere Sinnesgebiete die allgemeine Entwicklungstendenz vom Kinematischen zum Statischen in der Sinneswahrnehmung zum Ausdruck bringen könnte.

[1] Von V. Benussi wird das auch für den Tastsinn vertreten.

Zweiter Abschnitt.

Messende Versuche über die Leistungen des Tastsinns.

Kapitel I.

Versuche über Oberflächentastungen.

Teil I.

Versuche mit Modifikationen von Oberflächentastungen.

§ 18. Das Tastmaterial.

Eine allgemeine Bemerkung vorweg: Die Versuche, über die dieser Abschnitt berichtet, wollen und können nicht erschöpfend sein. Ich bekenne es offen, dafs die fast unbegrenzte Variationsmöglichkeit der Versuchsbedingungen zeitweilig einen geradezu hemmenden Einflufs auf meine Dispositionen für die Durchführung der Experimente ausgeübt hat. An welcher Stelle sollte man vorzugsweise mit Versuchen ansetzen, wo doch überall reiche Ernte winkte! Ob die Auswahl, die ich schliefslich mit den Experimenten getroffen habe, die richtige ist, wage ich nicht zu entscheiden, ein anderer hätte vielleicht anderes für wichtiger gehalten. Ich verzichte aber nun grundsätzlich darauf anzudeuten, was man noch alles in diesem Gebiet unternehmen könnte: spricht doch meine Erfahrung dafür, dafs derartige — manchmal noch geheimnisvoll gehaltene — Andeutungen in Anmerkungen dahin wirken, andere Forscher von der Behandlung der fraglichen Probleme geradezu abzuhalten.

Um nicht ins Uferlose zu geraten, war von vornherein eine Beschränkung auf ein zwar hinreichend grofses, aber nicht zu umfangreiches Tastmaterial geraten. Alle Versuche dieses 1. Teils sind mit 14 verschiedenen Papieren durchgeführt

worden. Die Bestimmung des Materials erfolgte in etwas anderer Weise als sonst bei messenden Versuchen der Psychologie; die Tastreize liefsen sich nämlich nicht eigens für unseren Versuchszweck mit genau abstufbaren Differenzen herstellen (mit der unten § 24, 4 zu erwähnenden Ausnahme), vielmehr mufste aus den Hunderten von fabrikmäfsig erzeugten Papieren eine geeignete Auswahl getroffen werden. Bedauerlicherweise leidet hierunter etwas die Durchsichtigkeit des Verfahrens. Ich kann die Papiere nicht einmal alle im Sinne der kaufmännischen Warenbezeichnung kennzeichnen. Die Nachprüfung der Versuche ist dadurch etwas erschwert, aber nicht unmöglich gemacht.

Ich beschreibe zunächst die Skala der 14 Papiere. 1. Sehr gut gewachstes, sehr glattes Papier. 2. Gut gewachstes glattes Papier. 3. Schwach gewachstes, ein wenig körnig wirkendes Papier. 4. Sehr feinkörniges Schreibpapier. 5. Feinkörniges Schreibpapier. 6. Glattes Papier mit deutlicherem Korn. 7. Weiches Papier von geringer Rauhigkeit. 8. Härteres nicht sehr rauhes Zeichenpapier. 9. Weiches Löschpapier. 10. Mittelhartes Löschpapier. 11. Hartes gekörntes Löschpapier. 12. Hartes rauhes Packpapier. 13. Sehr hartes sehr rauhes Packpapier. 14. Weiches äufserst rauhes Tuchpapier. (Das Tuchpapier war jenes tiefschwarze, für optische Zwecke viel verwandte Fabrikat. Es besteht bekanntlich aus einer etwa $^1/_2$ mm starken, auf Papier aufgeleimten Schicht von Tuchfasern. Man könnte einwenden, dafs wir es hier nicht mehr mit Papier zu tun haben, aber wir haben für unsere Skala ohne Rücksicht auf chemisch-physikalische Eigenschaften der verwandten Rohstoffe die Auswahl getroffen aus dem Material, das nach seinem optischen und haptischen Eindruck für gewöhnlich als Papier angesprochen wird.)

Ich habe die Papiere so ausgewählt, dafs ich bei ganz gesammelter Aufmerksamkeit und völlig freigestellter Art des Tastens jedes Papier von jedem anderen der Reihe gerade noch tastend zu unterscheiden vermochte. Es war nicht möglich, über dieses subjektive Verfahren bei der Aufstellung der Papierskala hinauszukommen, darum versprachen in den folgenden Versuchen nur solche Beobachter brauchbare Ergebnisse, die in ihrer Tastempfindlichkeit weder nach oben

noch nach unten zu sehr vom Versuchsleiter abwichen. Die Papiere sind in der Skala so angeordnet, dafs sich ihr Tasteindruck im allgemeinen um so mehr unterscheidet, je weiter sie auseinanderliegen; benachbarte haben also in der Mehrzahl der Fälle die gröfste Ähnlichkeit miteinander. Die Vpn. hielten beim Tasten die Augen geschlossen, aufserdem wurden ihnen die Ohren sorgfältig mit Watte verstopft, nachdem sich herausgestellt hatte, dafs die beim Betasten entstehenden Geräusche resp. der Umstand, dafs kein deutliches Geräusch entstand, Fingerzeige für die Erkennung der Eigenschaften des Tastmaterials geben konnten. Manche Beobachter äufserten übrigens, einmal auf die Fehlerquelle aufmerksam gemacht, sie seien nicht sicher, ob sie bei manchen Tastflächen nicht doch noch trotz der verstopften Ohren Gehörseindrücke hätten. Wir gehen auf diese auffällige Angabe erst in einem anderen Zusammenhang ein (§ 39).

Wie überall so schwanken natürlich auch bei diesen Versuchen die Leistungen von Person zu Person, aber an der Herausarbeitung der individuellen Differenzen mufste uns vorläufig weniger gelegen sein als an der Ermittlung der allgemeinen Gesetzmäfsigkeiten. Die befriedigende Übereinstimmung der im folgenden erhaltenen Resultate spricht dafür, dafs es sich dabei um Durchschnittsleistungen handelt.

§ 19. Grundversuch.

Die Papiere unserer Skala werden im folgenden immer durch ihre Ziffern (1—14) gekennzeichnet. Sie werden auf einer Unterlage von Pappe dargeboten, bedeckt mit einem mit rechteckigem Ausschnitt versehenen Karton, dessen erhabene Ränder der tastenden Hand die Grenzen der Papiere anzeigen. Die Papiere bieten mit 10 : 15 cm Seitenlänge dem Tastorgan genügend weiten Spielraum für Betätigung. Es wurden jedesmal zwei Papiere zum Vergleich vorgelegt und zwar in der Regel in den Kombinationen 1 und 2, 2 und 3, 3 und 4 ... Es kamen also 13 Kombinationen zur Beurteilung. Konnten zwei in der Skala unmittelbar aufeinanderfolgende Papiere von der Vp. nicht unterschieden werden, so wurden Paare von Papieren vorgelegt, die um ein, zwei, drei ... dazwischenliegende differierten. Wir wollen, soweit nicht eine nähere

Präzisierung erfolgt, als richtiges Urteil das gelten lassen, welches zwei benachbarte Papiere als verschieden erkennt, alle davon abweichenden gelten als falsch. Die Vpn. wurden dahin instruiert, sie sollten sich etwa so verhalten, als hätten sie für einen praktisch bedeutsamen Zweck Papiere in einem Laden zu kaufen, wobei sie die ihnen vorgelegten Papiere ausschliefslich durch Betasten voneinander zu unterscheiden hätten. Es war ihnen freigestellt, mit welcher Hand, mit welchen Fingern der Hand und auf welche Weise sie tasten wollten. Die Zeitfolge wurde nicht vorgeschrieben, die Beobachter konnten also mit der links oder der rechts gelegenen Papierfläche beginnen, sie konnten auch, wenn es ihnen zweckdienlich erschien, zu der zuerst berührten Fläche erneut zurückkehren. Die Versuche waren in jeder Beziehung unwissentlich, d. h. es wurde der Vp. weder über den Zweck noch über die Ergebnisse der Versuche etwas mitgeteilt. Es war keine Tastzeit vorgeschrieben, die Vpn. mifsbrauchten aber die Freiheit nicht, sondern entschieden sich verhältnismäfsig schnell. Es bestätigte sich bei dieser Gelegenheit die von mir selbst immer wieder gemachte Beobachtung, dafs man ein merkwürdig feines Gefühl dafür hat, ob ein längeres Betasten zum Ziel der Unterscheidung resp. Erkennung führen dürfte oder nicht. Vpn. waren Frl. stud. phil. Lommatzsch (L.) sowie die Herren Dr. Keller (K.) und stud. theol. Herbers (H.). L. tastete als Linkshänderin mit der linken, K. und H. tasteten als Rechtshänder, wie zu erwarten war, mit der rechten Hand.

Unter den geschilderten Versuchsbedingungen sind nun von L. und K. alle Papiere richtig voneinander unterschieden worden, H. unterschied alle bis auf 4,5 und 6, die ihm gleich erschienen. Obwohl die Instruktion nur Feststellung von Gleichheit oder Verschiedenheit verlangte, gaben die Vpn. gar nicht so selten auch qualitative Beurteilungen zu Protokoll, indem sie von Schreibpapier, Löschpapier, Zeichenpapier usw. sprachen. Von der Mitteilung derartiger Urteile sehe ich zunächst ab, es folgen unten (§ 23) Versuche, wo eine qualitative Beurteilung der einzelnen Papiere instruktionsmäfsig verlangt wurde. Manche Papiere fühlen sich kühl, andere warm an, spätere Versuche (§ 36) werden offenbaren, welche interessante Rolle der Temperaturfaktor beim Erkennen von Materialien

spielt. Die beim Grundversuch erhaltenen Resultate lassen die von uns getroffene Auswahl der Papiere zweckmäſsig erscheinen, es sollten ja bei günstigsten Bedingungen für das Tasten möglichst alle Papiere voneinander unterschieden werden können. Der Grundversuch führt im wesentlichen zu denselben Ergebnissen, wenn die Papiere eines jeden Paares nicht mit derselben Hand sukzessiv, sondern mit beiden Händen simultan getastet werden.

Wir werden im folgenden die Schilderung der Variationen des Grundversuchs hier und da unterbrechen, um allgemeinere Befunde der Versuche herauszustellen. Diesem Plan folgend schalten wir schon hier einige Bemerkungen über die Tastbewegung beim Grundversuch ein, welche das oben (§ 17) Bemerkte etwas präzisieren. Fragt man die Vpn., mit welchen Fingern und auf welche Weise sie das Tasten ausgeführt haben, so überrascht die Schwierigkeit, welche die Beantwortung dieser Frage macht. Der Leser verschaffe sich einen Tasteindruck von Papier und gebe sich ihm ganz hin, er wird feststellen können, wie gering dann der Bewuſstseinswert alles dessen ist, was sich auf die Bewegung selbst bezieht. Mit welchen Fingern und mit welchen Teilen der Finger tastete man? Wie lange tastete man, bis sich der spezifische Papiereindruck einstellte? Mit welcher Geschwindigkeit wurde die Bewegung im ganzen oder wurden die Teilbewegungen ausgeführt? Wollte man darüber und über noch andere Seiten der Bewegung Auskunft geben, so müſste man die tastende Bewegung wiederholen und den Tasteindruck selbst ganz in den Hintergrund treten lassen, um sich die Teilinhalte der Bewegung zum Bewuſstsein zu bringen. Hat sich das spezifische Tastphänomen des Papiers erst einmal konstituiert, so bleibt es unter dem weiteren Tasten völlig konstant, es hebt sich von dem durch die Tastbewegung gebildeten etwas chaotischen Hintergrund ganz scharf ab. Der Grundversuch hat uns hier zu Fragestellungen verholfen, deren experimentelle Beantwortung später erfolgt.

§ 20. Variation der Gröſse der Tastflächen.

Bei dem Grundversuch waren die Tastflächen so groſs, daſs die Beobachter nie das Bedürfnis fühlten, tastend über

ihre Grenzen hinauszugehen. Eine erste Variation des Grundversuchs erfolgte nun im Sinne einer Verkleinerung der Tastflächen. Es wurden von den 14 Papieren der Skala 2 Serien von Scheibchen und zwar von den Durchmessern 4 und 2 mm ausgestanzt und jedes so erhaltene Scheibchen für sich auf eine Kartonfläche geklebt. Nun wurden wieder nach demselben Verfahren wie beim Grundversuch die Scheibchen jeder Serie zum Betasten vorgelegt. Vpn.: L. und K. L. tastete mit dem Mittelfinger der linken Hand, den sie für den empfindlichsten hielt, K. bediente sich des rechten Zeigefingers. Man fühlt die Papierscheibchen als kleine Erhebungen verschiedener Höhe auf dem Hintergrund des Kartons, die Tastfinger werden vom Versuchsleiter in die richtige Lage gebracht, d. h. auf die Scheibchen gelegt.

Die Tastflächen vom Durchmesser 4 mm wurden von L. in ähnlicher Weise wie beim Grundversuch voneinander unterschieden, nur wurden 8 als gleich mit 9 sowie 10 als gleich mit 11 beurteilt. Gegenüber 13 „richtigen“ Urteilen beim Grundversuch treten also hier 11 richtige und 2 falsche auf. Konnte bei den meisten gröſseren Scheibchen noch erkannt werden, daſs sie aus Papier bestanden, so war das bei den kleineren nicht mehr der Fall, aber trotzdem wurden die zwischen den einzelnen Tastflächen bestehenden Unterschiede noch merkwürdig gut unterschieden. L. gibt 10 richtige und 3 falsche Urteile ab. Nicht viel schlechter schneidet K. bei den Versuchen mit den Scheibchen von 2 mm Durchmesser ab: 8 richtige und 5 falsche Urteile. Mit gröſster Überraschung stellte ich fest, daſs Unterschiede zwischen so kleinen Tastflächen noch mit derartiger Sicherheit beurteilt werden. Beim Ausstanzen von Scheiben mit 2 mm Durchmesser entsteht ein etwas nach unten gebogener Rand, der je nach der Art des Papiers glatter oder rauher, in der Regel aber glatter ausfällt, als das Papier selbst ist. Läſst sich nun eine Vp. in ihrem Urteil durch jenen Rand mitbestimmen, dann kann es schon allein dadurch zu fehlerhaften Abweichungen des Urteils von denen beim Grundversuch kommen. (Man kann die Fehlerquelle nicht dadurch ausschalten, daſs man Kartons mit Öffnungen auf die Tastflächen auflegt und sie durch die Öffnungen tasten läſst. Das Tastorgan kommt dann nicht

mehr in der wünschenswerten Weise mit den Tastflächen in Berührung.) Als Resultat dieser Variation des Grundversuchs konstatieren wir: Selbst eine sehr weitgehende Verkleinerung der Tastflächen beeinträchtigt ihre Unterscheidbarkeit in nur geringem Grade.

Der Mitteilung wert erscheinen hier noch einige spontane Angaben über Gröfsendifferenzen der kleinen Scheibchen. L. sowohl wie K. erschien z. B. 11 bedeutend gröfser als 12, und 12 bedeutend kleiner als 13. Es ist wahrscheinlich, dafs diese Urteile zusammenhängen mit dem Dickeneindruck der Tastflächen und zwar erscheint die dickere gröfser. Die Verschiedenheit der Papierdicken ist sonst für den Ausfall der Versuche bedeutungslos. Ganz merkwürdig ist die Gröfsentäuschung, der eine gelegentlich zu diesen Versuchen herangezogene Vp., Frl. stud. phil. Kretzer (Kr.) unterlag. Sie tastete wie K. mit dem rechten Zeigefinger. Sie gab an, dafs ihr die gröfseren Scheibchen einen Durchmesser von 3—4 cm zu haben schienen. Bei kurzer Besinnung hätte sie doch keinen Augenblick im Zweifel darüber bleiben können, dafs die Scheibchen sehr viel schmaler als ihr Tastfinger und damit wesentlich schmaler als 3—4 cm sein müfsten. Beträchtliche Gröfsenüberschätzungen der Scheibchen waren auch bei anderen Vpn. an der Tagesordnung.

Welchem Zweck diente die in diesem Paragraphen durchgeführte Variation des Grundversuchs? Bietet man dem Auge Teilchen verschiedener Papiersorten dar, die kleiner sind als die kleinsten für sie charakteristischen Formelemente, so läfst sich mit unbewaffnetem Auge die spezielle Papiersorte nicht mehr erkennen, man sieht dann sozusagen ein seiner näheren Beschaffenheit nach nicht bestimmtes Papier. Mein kurzsichtiges Auge kann auch bei günstigster Wahl von Entfernung und Beleuchtung Teilchen von vielen Papiersorten nicht mehr auseinander halten, wenn sie nur noch etwa $^1/_{10}$ qmm Fläche bedecken. Zwar erkenne ich an allen Teilchen ihre Papierhaftigkeit, aber nicht mehr die Papiersorte. Der Eindruck unbestimmter Papierhaftigkeit verlöscht, wenn die Teilchen noch kleiner genommen werden. Dann ersetzt der Eindruck „irgendein Stoff“ den des speziellen von Papier. Diese optischen Beobachtungen nun bildeten den Anlafs zur Durchführung der

Versuche mit Verkleinerung der Tastflächen. Bei den meisten Scheibchen von 4 mm Durchmesser wurde, wie oben bereits mitgeteilt, die Papierhaftigkeit noch erkannt, der Übergang zu Tastflächen von 2 mm Durchmesser vernichtet diesen Eindruck vollständig. Aber es wird mit diesem Schritt nicht erreicht, dafs auch alle Unterschiede des Tasteindrucks verschwinden, die zwischen den verschiedenen Papieren bestehen. Man darf erwarten, dafs bei weiterer Verkleinerung der Tastflächen bald eine Grenze erreicht wird, bei der keines der Papiere vom anderen mehr unterschieden werden kann. Der versuchsmäfsige Nachweis hierfür liefs sich nicht erbringen, weil es nicht möglich war, kleinere Tastflächen so auszustanzen oder auszuschneiden, dafs nicht am Rande Unregelmäfsigkeiten auftraten, die für den Tasteindruck beherrschend und fälschend wurden. Die nächste Variation des Grundversuchs läfst dieses Ziel auf andere Weise erreichen. Ehe wir ihn schildern, empfiehlt es sich, den für den Fortschritt der Untersuchung brauchbaren Begriff der Reduktion von Tasteindrücken einzuführen.

§ 21. Die Reduktion von Tasteindrücken.

In den Erscheinungsweisen I (§ 4 und § 8) wurde der Begriff der Reduktion der Farbeneindrücke eingeführt, wobei die vollständige Reduktion von der (dort allerdings noch nicht so bezeichneten) teilweisen geschieden wurde. Sachlich bewirkt die Anwendung der beiden reduzierenden Methoden, dafs durch relativ geringfügige Änderung der Einwirkungsbedingungen farbiger Reize die durch sie bedingten Eindrücke einander ähnlicher werden. Läfst die teilweise Reduktion die Unterschiede der Beleuchtung der Oberflächenfarben zurücktreten oder sogar verschwinden, so verleiht die vollständige Reduktion allen Farben, mögen sie zunächst die verschiedensten Erscheinungsweisen besitzen, den Charakter der Flächenfarben. Die Reduktion erweist sich einerseits als ein methodisches Prinzip, um kausalgenetischen Fragen, wie der nach dem Aufbau der Farbenwahrnehmung nachzugehen, andererseits als ein klassifikatorisches Mittel zur Vereinfachung und Vereinheitlichung der Farbeneindrücke. Die vollständige Reduktion vereinheitlicht alle Farbeneindrücke zu dem der Flächenfarben, die aus

mehr als einem Grund als Farbphänomene von besonders einfacher Struktur gelten.

Es soll nun auch für das vorliegende Untersuchungsgebiet der Begriff der reduzierenden Verfahren eingeführt werden; wir wollen darunter ganz entsprechend wie bei den Farben Methoden verstehen, durch die bei einer verhältnismäfsig geringfügigen Änderung der Einwirkungsbedingungen von Tastreizen eine schwächere oder stärkere Vereinfachung und Vereinheitlichung der Tasteindrücke erzielt wird. Der Verschiedenartigkeit der Reize entsprechend — man denke auch an das Fehlen eines dem Beleuchtungsfaktor analogen im Tastgebiet — sind natürlich die Verfahren, die reduzierend wirken, bei den Tasteindrücken völlig anderer Natur als bei den Farben, doch erweist es sich als zweckmäfsig, auch bei den Tasteindrücken von verschiedenen Stufen der Reduktion zu sprechen.

Bei den Versuchen des vorangehenden Paragraphen liefsen sich die Scheibchen von 2 mm Durchmesser nicht mehr als Papierflächen erkennen; es hätte sich nach den Angaben der Beobachter ebensogut etwa um Holz, Webstoff, Leder u. dgl. handeln können. Wir wollen in den Fällen, wo das beobachtete Versuchsverfahren wie hier eine Vernichtung des spezifischen Eindrucks und damit eine Angleichung verschiedener Spezifikationen von Oberflächentastungen zur Folge hat, von einer R e d u k t i o n e r s t e n G r a d e s sprechen. Von einer R e d u k t i o n z w e i t e n G r a d e s ist dann die Rede, wenn das eingeschlagene Verfahren auch die Unterschiede, die, wie die Rauhigkeit und die Weichheit, die Spezifikation modifizieren, zum Verschwinden kommen läfst. Innerhalb der beiden von uns unterschiedenen Reduktionsgrade könnte man noch feinere Stufen unterscheiden. Die beiden Formen der Reduktion gehen ähnlich wie die teilweise und die vollständige der Farben ineinander über, und zwar wächst mit Steigerung der reduzierenden Mittel die Reduktion zweiten Grades aus der ersten Grades hervor. Je stärker die reduzierenden Mittel werden, um so mehr tritt der objektive Pol der Tastphänomene gegenüber dem subjektiven zurück.

Wenn wir im vorangehenden Paragraphen die Reduktion durch Verkleinerung der Tastflächen erzielten, also durch eine Änderung der objektiven Versuchsbedingungen, so berichtet

der nächste über die reduzierenden Wirkungen, die von einer Unterdrückung der seitlichen Tastbewegung ausgehen, also von einer Änderung der subjektiven Versuchsbedingungen. Die theoretisch aufschlufsreichen reduzierenden Verfahren sind vornehmlich subjektiver Natur, ihnen gilt in erster Linie unser Studium. Einige dieser Verfahren seien hier aufgeführt. Reduzierend wirkt eine Ermüdung des Tastorgans, z. B. infolge von starker Frottage.[1] Einen reduzierenden Einflufs übt Abkühlung[2], Anämisierung[3], Narkotisierung, Verkleinerung der tastenden Fläche, Verminderung des Drucks, sowie Ausschlufs gewisser tastender Bewegungen. Je kürzer die Berührung, um so kräftiger setzt die Reduktion ein.

Soweit nichts anderes gesagt wird, sind alle folgenden Versuche mit gut temperiertem Tastorgan sowie bei einer angenehmen Zimmertemperatur angestellt worden.

§ 22. Tasten mit Ausschlufs seitlicher Bewegungen in der Tastfläche.

Die Vpn. L. und Kr. erhalten die Instruktion, die Papiere des Grundversuchs mit dem bei den Versuchen des § 20 ver-

[1] Eine leichte Frottage wirkt erholend, vermutlich infolge der gesteigerten Blutzirkulation und der dadurch bedingten besseren Ernährung der Tastorgane. „Das Tastgefühl, das von andauerndem Gleiten über die Buchstaben ermüdet ist, wird sofort wieder aufgefrischt, wenn man die Finger etwas anfeuchtet und einige Male auf einer festen Unterlage reibt; auch undeutliche Schrift gewinnt dadurch an Deutlichkeit.“ E. Javal, Der Blinde und seine Welt. Hamburg 1904.

[2] „Bekannt ist, dafs Versuche über den Drucksinn . . . in einem kalten Raum schlecht gelingen. Setzt man einen Temperator von 5° 1—2 Min. auf eine Hautfläche, deren Druckpunkte auf ihre Schwellen untersucht sind, so kann man unmittelbar danach die Erhöhung der Schwellen auf das Vielfache des normalen Wertes mit Sicherheit feststellen.“ M. v. Frey, Die Webersche Täuschung oder die scheinbare Schwere kalter Gewichte. *Zeitschr. f. Biol.* **66**, S. 421.

[3] „Die Wirkung von Hyperämie und Anämie auf die einzelnen Sinnesqualitäten ist im wesentlichen die, dafs Hyperämie die Schwellen erniedrigt und Anämie sie erhöht.“ Fr. Hacker, Versuche über die Schichtung der Nervenenden in der Haut. *Zeitschr. f. Biol.* **64**, S. 2[illegible]. — Fanny Halpern fand mit Zunahme der Durchblutung zunächst eine Zunahme, später wieder eine Abnahme der Tastempfindlichkeit. Über die Beeinflussung der Tastschwelle durch aktive Hyperämie. *Pflügers Archiv* **197**, 1922.

wandten Tastfinger in der Weise zu betasten, dafs der Finger von oben kommend die Tastfläche berührt, seitliche Bewegungen in der Tastfläche aber peinlich vermieden werden. Es ist der Vp. gestattet, den Finger von der Tastfläche wiederholt abzuheben und in der vorgeschriebenen Weise aufzusetzen.

Vp. L. erkennt nicht mehr, dafs sie es mit Papieren zu tun hat, aber obendrein sind auch nahezu alle im Grundversuch wahrgenommenen Unterschiede zwischen den 14 Papieren für sie verschwunden. Ausschliefslich Papier 14 wird von allen übrigen 13 Papieren durch seine Weichheit unterschieden. Die Ergebnisse der Vp. Kr. sind denen der Vp. L. fast gleich, nur werden zwischen einigen Papieren noch Unterschiede der Härte resp. Weichheit konstatiert, von denen Vp. L. nichts berichtete. Was wir oben als Reduktion zweiten Grades bezeichnet haben und was sich durch eine weitgehende Verkleinerung der Tastflächen nicht erzielen liefs, hier ist es durch Unterdrückung der seitlichen Tastbewegungen nahezu erreicht worden. Was bleibt nun als Tastphänomen? Eine Oberflächentastung, über deren spezifische Eigenschaften keinerlei sichere Aussagen gemacht werden können.

Es wurden früher bei den Spezifikationen der Oberflächentastung die Reihen Rauhigkeit — Glätte und Härte — Weichheit als gleichwertig einander koordiniert. Wir fügen hier hinzu: nicht ganz mit Recht, denn unter der Reduktion differenzieren sie sich, insofern sich Rauhigkeit und Glätte als Eigenschaften erweisen, die sich bei seitlichen Tastbewegungen in der Oberfläche entfalten, während die Eigenschaften Härte und Weichheit sich der Bewegung des Tastorgans senkrecht zur Tastfläche erschliefsen; letztere Eigenschaften entwickeln sich nach der Tiefe hin. Man ist überrascht, zu welch grofser Zahl von Tasterkenntnissen die zeitlich, räumlich und intensiv variierte Erregung des Fingerballens, die durch eine Bewegung senkrecht zur Tastfläche herbeigeführt wird, uns zu verhelfen vermag. Eine solche Bewegung vermag uns nicht nur über alle Grade von Härte und Weichheit Auskunft zu bringen, sie kann uns auch unterrichten über alle Grade der Elastizität, die Kartons, Metallflächen oder gespannte Häute aus Gummi und anderen elastischen Materialien besitzen. Doch davon erst später.

Wenn sich aus unseren Versuchen ergibt, dafs bei Aus-

schlufs seitlicher Bewegung und Beschränkung auf Bewegung senkrecht zur Tastfläche fast alle Unterschiede zwischen den Papieren verschwinden, so gilt um so mehr, dafs die Unterschiede dem ruhenden Finger nicht zugänglich sind. Nun haben mir aber alle beim Grundversuch sowie auch sonst herangezogene Beobachter folgende jenem abgeleiteten Satz scheinbar widersprechende Aussagen zu Protokoll gegeben. Wenn man eines der 14 Papiere beim gewöhnlichen bewegten Tasten in seiner Besonderheit erkannt hat und nun der Finger zu völliger Ruhe übergeht, so bleibt der Eindruck jenes Papieres mit voller Anschaulichkeit für längere Zeit bestehen. Eine besonders überzeugende Gestalt kann man dem Versuch, auf dessen Ergebnis wir uns schon oben (S. 50) bezogen haben, durch folgendes Verfahren verleihen. Man lege vor sich zwei Papiere, über deren Unterschied man keinen Augenblick im Zweifel ist, wenn sie gleichzeitig, das eine von einem Finger der linken, das andere von einem Finger der rechten Hand betastet werden, die aber andererseits nicht den geringsten Unterschied aufweisen, wenn jene Finger sie unter Ausschlufs jeder seitlichen Bewegung berühren. Gehen die Finger nach ausgiebiger Bewegung beider gleichzeitig in Ruhe über, so perseverieren an ihnen Tastbilder, die als solche mit Leichtigkeit unterschieden werden. Niemand wird annehmen wollen, dafs die unmittelbare Reizwirkung einer Tastfläche in R u h e verschieden ist, je nachdem das Tastorgan auf diesem oder jenem Weg auf ihr zur Ruhe gekommen ist. Es bleibt nur die Annahme übrig, dafs wir es hier mit Tastbildern rein subjektiver Herkunft zu tun haben, über deren Natur auch schon oben eine Alternative aufgestellt wurde. Weniger differenzierte und weniger hartnäckige Tastnachbilder stellen sich übrigens auch bei den Versuchen mit Tastbewegung senkrecht zur Tastfläche ein. Das Tastphänomen, das man erlebt, wenn der Finger durch Bewegung von oben nach unten an der Tastfläche zur Ruhe gekommen ist, ist für die ersten 1—2 Sekunden ganz sicher durch das perseverierende Tastbild mitbestimmt, welches sich entwickelt, während der Fingerballen sich vom ersten Zusammenstofs mit dem Papier bis zum Ruhepunkt bewegt.

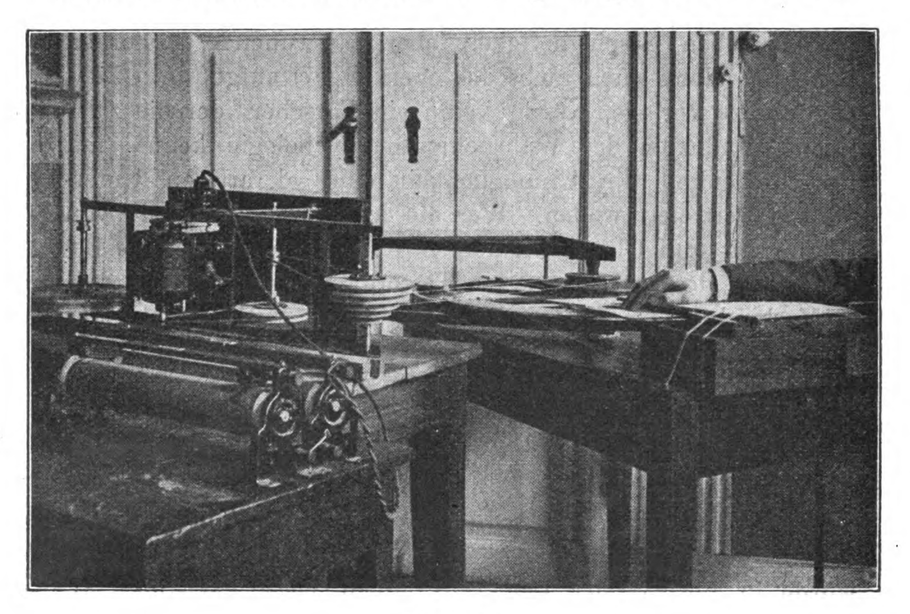
§ 23. Versuche mit Bewegung der Tastflächen.

1. Versuchsmethode. Die Reibung, die zwischen zwei bewegten Flächen entsteht, hängt nur ab von der relativen Bewegung der Flächen zueinander, nicht aber von der Verteilung der Bewegung nach Gröfse und Richtung auf die beiden Flächen. Ist der Tasteindruck einer Fläche nur von der Reibungsgröfse zwischen ihr und dem Tastorgan abhängig, so sollte es keinen Unterschied machen, ob das Tastorgan sich über die ruhende Tastfläche oder umgekehrt die Tastfläche sich mit derselben Geschwindigkeit über das ruhende Tastorgan bewegt.[1] Wenn auch nicht das oben (S. 57) aufgeführte Zitat aus Weber vorläge, würde kaum ein Forscher, der die zahllosen Paradoxien der Wahrnehmungspsychologie kennt, mit Entschiedenheit die Unmöglichkeit eines derartigen Unterschieds vertreten wollen. Wer die Ausgeprägtheitsgrade von Rauhigkeit und Glätte mit den verschiedenen Graden der Behinderung des aktiv bewegten Tastorgans durch die Reibung in Verbindung bringt, mufs erwarten, dafs die Verlegung der Bewegung vom Tastorgan in die Tastfläche einen tiefgreifenden Einflufs auf die Tasteindrücke ausübt. Wir verzichten aber auf jede theoretische Konstruktion und lassen das Experiment entscheiden.

Um Tastflächen bei völlig ruhendem Tastorgan mit beliebiger Geschwindigkeit vorzuführen, wurde folgende Anordnung aufgebaut (Fig. 1). Das Schumannsche Tachistoskop wurde in horizontaler Lage auf einem Tisch befestigt. An seinem Rand wurde eine Tragfläche aus Blech für die Aufnahme der Tastflächen so befestigt, dafs ihr mittlerer Teil

[1] Was die Wahrnehmung der Bewegung selbst in den beiden Fällen angeht, so hat bereits Mach (a. a. O. S. 152) dieser Frage die Aufmerksamkeit geschenkt. „Wir wissen es ganz wohl zu unterscheiden, ob wir mit den Fingerspitzen über ein ruhendes Objekt hinstreichen, oder ob sich ein Objekt über die ruhenden Fingerspitzen hinbewegt. Auch die analogen paradoxen Erscheinungen bei Drehschwindel treten hier ein. Sie waren schon Purkinje bekannt." — Nach A. Basler gilt, „dafs die Schwelle für die Bewegungsempfindlichkeit der Haut um den unteren Wert der mit dem Auge auf eine Distanz von 30 cm erkennbaren Geschwindigkeit hin- und herschwankt". Über das Erkennen von Bewegung mittelst des Tastgefühls. *Pflügers Archiv* **136**, 1910, S. 384.

einen Abstand von etwa 50 cm von der Drehungsachse hatte. Die Tragfläche bewegt sich etwa 3 cm unter einer sehr stabilen Pappe vorbei, die zum Auflegen der Hand der Vp. diente. Diese safs bequem an dem Tisch und legte die zum Tasten verwandte Hand so auf die Pappe, dafs die Finger mit Ausnahme des Daumens über sie hinausragten. Die Finger wurden für gewöhnlich gestreckt gehalten und erst auf den Zuruf des Versuchsleiters, kurz ehe die in Frage kommende Tastfläche unter sie rückte, so weit nach unten gebeugt, dafs sie mit der



Figur 1.

Tastfläche in gute Berührung kamen. Sobald der Kontakt eingetreten war, waren die Finger ruhig zu halten, durften also keinerlei aktive Tastbewegungen ausführen. Im Grundversuch war den Vpn. die Art der Tastbewegung völlig freigestellt, sie konnten diese oder jene Finger benutzen, konnten häufiger oder seltener mit beliebiger Geschwindigkeit hin- und herfahren, konnten einen schwächeren oder stärkeren Druck auf die Tastfläche ausüben. Solche Freiheit fiel also hier weg. Es zeigte sich bei tatonnierenden Vorversuchen, dafs der Tasteindruck bei ruhendem Tastorgan sehr wesentlich von dem auf die Tastfläche ausgeübten Druck abhängt, dergestalt, dafs

bei schwächerem Druck die Flächen alle glatter erscheinen als bei stärkerem Druck. Diese Vorversuche führten zu der Instruktion, einen mäfsigen Druck auf die Tastflächen auszuüben, resp. die Tastflächen bei mäfsigem Druck unter den Fingern durchgleiten zu lassen. Diese Vorschrift mag dahin geführt haben, dafs die Flächen etwas glatter erschienen als bei aktiv bewegtem Tastorgan. Die zum Betasten dienenden Papiere wurden leicht auswechselbar mit Klammern auf der Tastfläche befestigt. Über den vorderen Rand der Tragfläche war ein dickerer Pappstreifen gelegt, der der Vp. die unmittelbar darauf folgende Tastfläche ankündigte. Das Tachistoskop wurde durch einen Motor bewegt, dessen Geschwindigkeit mit Hilfe eines Widerstands innerhalb weiter Grenzen verändert werden konnte.

Das Beurteilungsverfahren des Grundversuchs, das sich auf den Vergleich stützte, war hier nicht anwendbar, an seine Stelle trat die qualitative Beurteilung eines jeden einzelnen Papiers unserer 14gliedrigen Skala. Wie es im Wesen einer jeden absoluten Beurteilung liegt, wird hier also mehr als im Grundversuch verlangt. Um einen Vergleich mit den Leistungen beim Grundversuch zu ermöglichen, wurde der Grundversuch in der Weise wiederholt, dafs die 14 Papiere einzeln qualitativ zu beurteilen waren. Dafs infolge der Wiederholung des Grundversuchs in der neuen Form mit einem gewissen Einflufs der Übung zu rechnen ist, ist nicht weiter bedenklich, sie ist in noch etwas höherem Grade den Versuchen am Tachistoskop zugute gekommen, die auf die Wiederholung des Grundversuchs folgten. Ganz gleich liefsen sich eben die beiden miteinander verglichenen Versuchskonstellationen nicht gestalten.

Die ersten Versuche wurden mit L. und K. durchgeführt. Es folgen zunächst ihre qualitativen Beurteilungen bei W i e d e r h o l u n g d e s G r u n d v e r s u c h s. Angaben von L.: 1. Sehr glatt; glänzend (!). Könnte blank poliertes Metall sein. 2. Sehr glatt, wie mit Lack überzogenes Metall. 3. Glattes nicht glänzendes Papier. 4. Sehr glattes Papier, nicht zum Schreiben. 5. Starkes glattes Schreibpapier. 6. Sehr leichtes glattes Papier, nicht spiegelnd. 7. Sehr leichtes Papier wie in Schreibheften, sehr glatt. 8. Zeichenpapier. 9. Sehr feines Löschpapier, rauh, faserig. 10. Eine Art Zeichenpapier, sehr eben. 11. Zeichen-

papier, mittelstark, nicht sehr rauh. 12. Leicht gekörntes Papier mit Unebenheiten der Oberfläche, nicht faserig. 13. Rauhes, nicht faseriges, gekörntes, starkes Zeichenpapier. 14. Filziges Papier, rauh mit Härchen. — Angaben von K.: 1. Sehr glattes Papier, wie Porzellan oder noch besser — wegen kleiner Buckel — wie Steingut. 2. Auch sehr glattes Papier, aber nicht so glatt wie das vorhergehende. Es ist wahrscheinlich Glanzpapier. Es wird visuell als spiegelnd vorgestellt. 3. Sehr glattes Papier, aber fraglich, ob Glanzpapier. Mit Bleistift könnte man kaum darauf schreiben, weil die Schrift nicht genügend haften würde. Eine spitze Feder würde wahrscheinlich „spiefsen". Mit mattem Glanz vorgestellt. 4. Kein Glanzpapier, aber ein sehr gut geglättetes Schreibpapier für Bleifeder und Tinte. 5. Gut zum Schreiben mit Bleistift, nicht so rauh wie Zeitungspapier. 6. Rauher als das vorhergehende aber kein Zeitungspapier. Für Tinte nicht geeignet, weil die Feder an den Unebenheiten hängen bleiben würde. 7. Glatteres, mittelgutes Papier ähnlich wie auf Notizblocks. Tinte könnte darauf auslaufen. 8. Sehr rauhes, gutes, zähes Papier, für Bleistift sehr gut geeignet, mit der Feder würde man hängen bleiben. 9. Stoffartiges Papier. Für Tinte nicht, für Bleistift sehr gut geeignet. Ähnlich Pastellpapier. 10. Noch gröber und rauher, wolliger und gelockerter als das vorhergehende Papier. Nicht für Tinte geeignet. Kommt Löschpapier nahe, welches aber noch weicher ist. 11. Sehr grobes Papier, direkt holzig, vielleicht Packpapier. 12. Viel holzige Stellen, an denen man hängen bleibt. Vielleicht Packpapier. 13. Noch etwas rauher als das vorhergehende, hat aber nicht so stark spiefsige Stellen. 14. Stoffartig wie Tuchschwarz.[1]

---

[1] Man kann gelegentlichen Aussagen entnehmen, dafs die getasteten Papiere — aber auch für andere Materialien gilt das — einen verschiedenen Grad der Wohlgefälligkeit aufweisen. Ich bin diesem ästhetischen Faktor nicht weiter nachgegangen. Weiche glatte Oberflächen können Blinden einen hohen ästhetischen Genufs bereiten. — K. Groos (Die Spiele des Menschen 1899) erwähnt Richard Wagners Genufs an der Betastung von Atlas, Sacher Masochs Freude am Berühren von Pelzen. Kurd Lasswitz (Auf zwei Planeten) läfst die Marsbewohner Tastspiele erfinden. Helen Keller schildert uns ihre ästhetischen Erlebnisse beim Abtasten von klassischen Statuen. Das Hantieren kleiner Kinder mit Tastflächen steht bekanntlich dem reinen Spiel sehr nahe.

Es liefs sich nicht vermeiden, die Schilderungen mit der Ausführlichkeit wiederzugeben, mit der sie protokolliert wurden. Aber ich glaube, diese Ausführlichkeit ist auch ganz gut geeignet, dem Leser eine plastische Vorstellung von den wirklichen Tastleistungen zu liefern. In dem Protokoll von K. fällt eine gewisse Neigung auf, Vergleiche zwischen den aufeinander folgenden Tasteindrücken zur Charakterisierung heranzuziehen, wo doch nur absolute Beurteilungen verlangt waren. K. steht hinsichtlich dieses Verfahrens nicht allein, wir beobachteten es auch bei anderen Vpn., die zu diesen Versuchen herangezogen wurden. Ich lenke schon hier die Aufmerksamkeit auf das häufige Auftreten von visuellen Vorstellungsgebilden. Wir dürfen annehmen, dafs sie auch in den Fällen zahlreich gewesen sind, wo ihrer nicht ausdrücklich in Worten gedacht worden ist; aber die Frage nach der Bedeutung dieser visuellen Begleitvorstellungen soll uns erst später eingehender beschäftigen (§ 46). Wir wollen nicht in eine Diskussion darüber eintreten, wie die Tastleistungen des Grundversuchs zu den hier erhaltenen stehen. Die Frage wäre auch nicht so einfach zu entscheiden, weil ja schon die Verschiedenheit der Instruktionen eine Verschiedenheit der Einstellung und damit der Leistungen bedingen kann. Wir beschränken uns auf einen Vergleich der Leistungen bei bewegtem Tastorgan und bei bewegter Tastfläche; in beiden Konstellationen forderte die Instruktion qualitative Beurteilung der einzelnen Tastflächen.

2. Versuche mit mittlerer Geschwindigkeit der Tastflächen. Wir schildern nun die Versuche mit bewegter Tastfläche. Die Geschwindigkeit des Motors wurde so reguliert, dafs er dem mittleren Teil der Tragfläche des Tachistoskops eine Geschwindigkeit von etwa 15 cm/sec erteilte, denn so erschien es nach unseren Vorversuchen zweckmäfsig. Die Reihenfolge, in der die Papiere (jedes nur einmal) vorgeführt wurden, überliefsen wir hier dem Zufall. Die Aussagen geben wir aber geordnet wieder. Die Vp. wurde völlig im unklaren darüber gelassen, ob sie es hier mit denselben Papieren zu tun hatte wie im vorhergehenden Versuch. Auch bei diesem Versuch fehlt es neben der qualitativen Einzelbeurteilung nicht an Vergleichen zwischen manchen Papieren, wobei sogar Bezugnahme auf die vorangegangenen Versuche mit bewegtem

Tastorgan erfolgen kann. Es mag genügen, die von Vp. K. erhaltenen Beurteilungen in Ausführlichkeit mitzuteilen. 1. Aufserordentlich glattes Papier, war wohl das glatteste der vorhergehenden Versuche (d. h. der Versuche mit bewegtem Tastorgan). 2. Glatt, nicht so glatt wie 1 (1 ging bei dem Versuch, durch den Zufall bestimmt, 2 voran). 3. Ziemlich glatt, fast wie Glanzpapier, aber nicht das der „vorhergehenden" Versuche. 4. Ein sehr glattes Papier, aber kein Glanzpapier. 5. Glattes Schreibpapier. 6. Glattes Papier ähnlich wie 7 (7 ging bei den Versuchen 6 voran, so dafs sich die Vp. darauf beziehen konnte). 7. Mittelglatt, wahrscheinlich dünnes glattes Schreibpapier, durch das Papier kann man die Unterlage fühlen. 8. Mittelrauhes gewöhnliches Schreibpapier. 9. Mittelrauhes etwas grobes Schreibpapier. 10. Relativ rauhes Zeichenpapier. 11. Rauhes starkes Zeichenpapier, nicht holzig. 12. Sehr grobes holziges Papier, nicht zum Schreiben geeignet. 13. Sehr grobes Papier, für Tinte ungeeignet. 14. Tuchpapier.

Es wurden zwei weitere Beobachter herangezogen, die an früheren Versuchen noch nicht teilgenommen hatten, Herr stud. phil. Zerck (Z.) und Frl. stud. phil. Ehrenberg. Versuchsbedingungen genau wie bei L. und K. Der Raumersparnis wegen teile ich nur die bei Z. erhaltenen Aussagen mit. Tastorgan bewegt: 1. Ganz glattes Papier, Glanzpapier, nicht zum Schreiben. 2. Nicht so glatt wie 1, aber auch glatt. Nicht für Tinte geeignet. 3. Nicht so glatt wie 1 und 2, zum Schreiben geeignet. 4. Glatter als 3. 5. Ein minderwertiges rauhes Schreibpapier. 6. Glatter, aber zugleich körniger als 5, nicht für Tinte, vielleicht für Bleistift geeignet. 7. Glatter und feinkörniger als 6, aber nicht zum Schreiben geeignet. 8. Festes dickes rauhes Papier, vielleicht sog. Leinenpapier. 9 Rauhes stoffartiges Papier, feinfaserig, nicht zum Schreiben geeignet. 10. Stoffartiges Papier, rauher und dünner als 9. 11. Rauhes Papier, fester als 10, für weicheren Bleistift geeignet. 12. Schlechtes Papier, mit glatten und rauhen Stellen, nicht zum Schreiben geeignet. 13. Grobkörniges nicht faseriges Zeichenpapier. 14. Stoffpapier. Es ist auffällig, dafs fast alle Urteile dieser Vp. auch Vergleichscharakter tragen, obschon — ich wiederhole es — die Instruktion selbst den Vergleich nicht nahelegte. Die Urteile 4 und 7 sind, soweit sie auf die voran-

gegangenen Papiere Bezug nehmen, nicht zutreffend, aber im übrigen können wir die abgegebenen qualitativen Beurteilungen als befriedigend oder sogar als gut bezeichnen. Es folgen nun die Aussagen für den Fall der bewegten Tastfläche. 1. Ganz glattes Glanzpapier, so glatt wie 1 in dem vorangegangenen Versuch, aber nicht so weich. 2. Glatt, kein Glanzpapier. 3. Glattes, aber zum Schreiben geeignetes Papier. 4. Glattes Papier, beinahe Glanzpapier, zum Schreiben zu glatt. 5. Glattes, aber nicht ganz ebenes Schreibpapier. 6. Glattes, aber nicht ebenes sondern höckeriges Papier. 7. Glatt wie Papier von Schreibblöcken. 8. Rauhes Zeichenpapier für Bleistift. 9. Feinkörniges Zeichenpapier. 10. Feinkörnig wie 11 (ging im Versuch unmittelbar voran) aber rauher und nicht zum Schreiben geeignet. 11. Feinkörniges Papier, zum Schreiben mit breiter Feder. 12. Grobkörniger und rauher als 9 (ging im Versuch unmittellbar voran), nicht zum Schreiben geeignet. 13. Ganz rauhes dünnes Packpapier. 14. Stoffpapier, erscheint fester als bei ruhender Fläche.

Es würde viel zu weit führen, wollten wir zwecks Vergleichs der beiden einander gegenübergestellten Versuchskonstellationen die beiden Urteile über jedes einzelne Papier für jede einzelne Vp. miteinander vergleichen und die Einzelergebnisse hier schriftlich niederlegen. Es mufs die Aufgabe, soweit sie an Hand des für K. und Z. mitgeteilten Materials lösbar ist, dem Leser überlassen bleiben, wir können hier nur den summarischen Eindruck jener Vergleiche wiedergeben. Dieser Eindruck besagt, dafs die Tastleistungen aller 4 Vpn. bei der von uns gewählten Geschwindigkeit der Tastflächen etwas, aber nicht gar zu sehr, hinter den Tastleistungen zurückstehen, die bei bewegtem Tastorgan erhalten worden sind. Um dieses Resultat richtig zu würdigen, ist es nötig, die Aufmerksamkeit auf die Differenzpunkte der beiden Konstellationen zu lenken. Wie wirkt sich der äufsere Unterschied der Bewegungsarten im einzelnen aus? Es mufs die Tastleistung ungünstig beeinflussen, wenn die bewegte Tastfläche bei einer Geschwindigkeit von 15 cm/sec und der in Frage kommenden Länge von 20 cm nur etwa $1^1/_4$ sec lang als Reiz wirkt — sie wird ja nur einmal vorgeführt — während es bei bewegtem Tastorgan ins Belieben der Vp. gestellt war, wie

lange sie mit dem Tasten fortfahren wollte. Von dieser Erlaubnis wurde natürlich besonders in den schwierigeren Fällen Gebrauch gemacht, aber es ist wohl auch in den leichteren jene Zeit von $1^1/_4$ sec immer überschritten worden. Versuche über Tasterkennungszeiten folgen unten (§ 29). Die ruhenden Tastflächen waren auch dadurch günstiger gestellt, dafs sich alle 5 Finger der Hand am Tasten beteiligen konnten und tatsächlich auch meist beteiligten, während bei den Versuchen mit ruhender Hand der Daumen ganz ausfiel und auch der kleine Finger die Tastfläche nicht immer berührt haben dürfte. Nun wissen wir schon aus der täglichen Erfahrung, dafs 5 Finger besser tasten als 4 oder 3, und spätere Versuche werden das auch bestätigen. Vorteilhaft war bei bewegtem Tastorgan, dafs die Vp. diejenigen Stellen der Finger bevorzugen konnte, von deren Gebrauch sie sich den gröfsten Erfolg versprach, während es mehr vom Zufall abhing, ob diese Stellen auch hier bei der ein für allemal festgelegten Haltung der Hand Verwendung fanden. Und schliefslich sprach auch der Umstand zugunsten der Konstellation mit bewegtem Tastorgan, dafs die Vp. die Tastbewegungen in beliebigem Tempo ausführen konnte, da ihr das Tempo freigestellt war, während die Vorbeibewegung der Tastflächen an der ruhenden Hand in zwangsläufigem Tempo erfolgte. Spätere Versuche (§ 33) werden zeigen, dafs jede Vp. ein besonderes Tempo hat, bei dem sie die besten Tastleistungen gibt. Es liegen bezüglich aller dieser Differenzpunkte zwischen den beiden Konstellationen, mit Ausnahme des letzten, spontane Äufserungen der Beobachter vor, welche das Ausgeführte bestätigen. Berücksichtigen wir bei der Aufklärung der Leistungsdifferenzen die soeben aufgezählten Umstände, die zugunsten des Tastens mit bewegtem Tastorgan sprechen, so dürfen wir schliefsen, dafs es nahezu gleichgültig ist, ob beim Tasten ausschliefslich das Tastorgan oder ausschliefslich die Tastfläche bewegt wird.

Das Resultat, zu dem wir gekommen sind, spricht dafür, dafs für das Erkennen von Spezifikationen von Oberflächentastungen die physikalisch in Ansatz zu bringende Reibung zwischen Tastorgan und Tastfläche ausschlaggebend ist. Es ergibt sich daraus, dafs die Auffassung derjenigen Autoren [1],

[1] So z. B. auch SCHAPP: „Bei einem rauhen Gegenstand haken wir

welche das Erlebnis des kleineren oder gröfseren Kraftaufwandes, den wir bei **aktiver** Bewegung unserer Tastorgane über die Tastfläche konstatieren, für die Grundlage des Urteils über Glätte und Rauhigkeit halten, in ihrer allgemeinen Formulierung nicht zu halten ist. Bei unseren Versuchen mit ruhender Hand konnte es ja gar nicht zu derartigen Erlebnissen von Kraftaufwand kommen, aber damit sank doch nicht die Tastleistung in bemerkenswerter Weise. Ich füge hier gleich noch einen anderen Gegenbeweis ein. Ich beklebe eine dicke Pappe auf der einen Seite mit Papier 1, auf der anderen mit Papier 14 und betaste nun beide Seiten gleichzeitig mit den Fingern einer Hand, Daumen auf der einen Seite, Zeige- und Mittelfinger auf der anderen Seite. Ich habe deutlich beide Tasterlebnisse nebeneinander. Das Widerstandserlebnis im Handgelenk ist damit sicher als irrelevant nachgewiesen, es kann doch unmöglich zu zwei ganz verschiedenen Urteilen über Rauhigkeit gleichzeitig führen. Man könnte vielleicht die soeben abgewiesene Theorie dadurch modifizieren, dafs man erklärt, das Erlebnis der Rauhigkeit baue sich auf Spannungsempfindungen der Haut oder auf Zugempfindungen in den Gelenken auf, die doch auch bei passiver Haltung des Tastorgans beansprucht würden. Es soll keineswegs bestritten werden, dafs so etwas vorkommt. Gröfsere Rauhigkeitsunterschiede können sich auch bei passivem Tasten in Spannungsempfindungen der Haut und in einer verschiedenen Beanspruchung der Gelenke der Tastorgane äufsern, ich glaube jedoch, dafs dieser Mafsstab bei allen feineren Rauhigkeitsdifferenzen versagt. Aber auch dort, wo so fundierte Widerstandserlebnisse auf Eigenschaften von Tastflächen hinweisen, ist die Funktion, welche die beiden Reihen miteinander verknüpft, durchaus nicht immer so einfach. Dafür zwei Beispiele.

Wenn man mit warmer Hand über eine Metall- oder Glasfläche fährt, so kann eine einsetzende Schweifsabsonderung die Reibungsverhältnisse von Grund auf ändern. Wo bei trockener Hand eine völlig stetige Bewegung erfolgte, geht sie

---

an jeder Stelle an und müssen den Druck verringern, um über die Oberfläche tasten zu können. Bei einem ganz glatten Gegenstande aber fahren wir leicht und ohne Mühe über die Oberfläche hin" (a. a. O. S. 36).

nun ruckweise, die Finger stolpern gewissermafsen über die Fläche, indem sie für Momente hängen bleiben und für Momente gleiten und springen (man vergleiche hierzu § 36, Anhang). Von den kräftigeren Widerstandserlebnissen, die bis zum Stillstand der Tastbewegung führen können, lassen wir uns nun durchaus nicht zu dem Urteil bestimmen, die Metall- oder Glasplatte sei nicht glatt.[1] — Vor mir liegt Papier 14. Ich betaste es zuerst mit einem Finger, darauf mit allen 5 Fingern und der Handfläche gleichzeitig. In beiden Fällen erhalte ich den gleichen Rauhigkeitseindruck vom Papier, gar nicht zweifelhaft ist es aber, dafs beim Tasten im Fall 2 eine viel gröfsere Kraft aufzuwenden ist, um den Reibungswiderstand zu überwinden. Böte die aufgewandte Kraft allein den Urteilsmafsstab für die Rauhigkeit, so könnte ich nicht in beiden Fällen zu demselben Urteil über das Papier kommen. Man müfste schon die Hilfsannahme machen, dafs bei der Urteilsabgabe der Flächeninhalt des tastenden Organs eine Berücksichtigung erfährt. Innerhalb gewisser Grenzen dürfte das zutreffend sein, bestimmt aber erfolgt die Berücksichtigung nicht in so feiner Weise, wie es die Erkennung zarterer Rauhigkeitsunterschiede verlangen würde.

Systematische Versuche darüber, wie weit die Erkennung von Spezifikationen von Oberflächentastungen bei ruhendem Tastorgan beeinträchtigt wird, habe ich nicht angestellt, möchte aber auf Grund gelegentlicher Beobachtungen die Vermutung wagen, dafs die Beeinträchtigung sich in den Grenzen hält, die unsere Versuche mit den Modifikationen vorstehend ergeben haben. Der Schlufs des oben (S. 57) angeführten Zitats aus Weber liefs etwas anderes erwarten; eine Aufklärung des abweichenden Befunds ist aber nicht möglich, da die von Weber mitgeteilten Versuchsbedingungen nicht ganz durchsichtig sind.

---

[1] In der Physik unterscheidet man bekanntlich Haftreibung und gleitende Reibung. Infolge von Schweifssekretion wird die Haftreibung, auf die wir mit einer gewissen Sicherheit aus der Hautspannung schliefsen können, sehr grofs. Bei der tastenden Bewegung gehen die beiden Reibungsarten beständig ineinander über. Die Unterscheidung der Rauhigkeitsdifferenzen mancher Tastflächen scheint mit der Hand feiner zu erfolgen als durch physikalische Methoden.

3. **Versuche mit Änderung der Geschwindigkeit der Tastflächen.** Eine systematische Untersuchung über den Einfluſs der Bewegungsgeschwindigkeit der Tastflächen auf das Tastphänomen lag nicht in meiner Absicht, aber es wurden den vorstehend geschilderten Versuchen einige vorangeschickt, um die geeignetste Geschwindigkeit für die Hauptversuche zu ermitteln. Hierüber noch einige Worte. Es zeigte sich, daſs eine mittlere etwa bei 15 cm/sec liegende Geschwindigkeit die Differenzen zwischen den Papieren am deutlichsten zutage treten lieſs. Jenseits einer Geschwindigkeit von etwa 60 cm/sec erscheinen alle Papiere viel glatter als bei normalem Betasten. Dabei bleiben aber die Rauhigkeitsdifferenzen nicht gewahrt, vielmehr werden alle Papiere bei dieser Geschwindigkeit einander ähnlicher, ohne völlig gleich zu werden. Bei Bewegungen unterhalb einer gewissen Geschwindigkeit (etwa 3 cm/sec) erscheinen alle glatteren Papiere weniger glatt als bei normalem Betasten, und gleichzeitig werden alle Papiere einander ähnlicher, auch ohne völlig gleich zu werden. Wir finden also: Sowohl oberhalb als unterhalb einer gewissen Grenze der Geschwindigkeit wirkt Bewegung verschlechternd (reduzierend), eine mittlere Geschwindigkeit ist der Tastleistung am günstigsten. Wir kommen auf diese Versuche noch in theoretischen Zusammenhängen zu sprechen.

§ 24. Verhüllende Zwischenmedien.

1. **Zwischenmedien, die mit der Haut fest verbunden sind.** Als ich mit Versuchen über die Erkennung von Oberflächenstrukturen begann, vermutete ich, daſs die Epidermisleisten, die man an manchen Stellen der Hand und an den Fingerballen in vollkommenster Form antrifft, dabei eine besondere Rolle spielten.[1] Diese Vermutung hat sich aber nicht in vollem Umfange bestätigt, denn es stellte sich heraus, daſs sowohl Körperstellen, die solche Leisten nicht besitzen, gute Tastleistungen aufweisen können, wie auch — was wichtiger war — daſs die Leistungsfähigkeit des Fingers

[1] Es folgen unten (§ 35) einige Abdrücke von Fingerballen, welche die Zeichnung der Epidermisleisten gut hervortreten lassen. Es ist bekannt, daſs die Epidermisleisten in der gerichtlichen Anthropometrie bei der Identifizierung der Individuen Verwendung finden.

nicht in dem erwarteten Mafs herabgesetzt wurde, wenn man jene Leisten weniger wirksam machte. Jedenfalls bildete diese Vermutung das Motiv für den ersten Versuch, der mit verhüllenden Zwischenmedien ausgeführt wurde.

Die beim Tasten im Grundversuch verwandten Finger wurden in eine Lösung von Collodium in Äther eingetaucht. Nach dem Verdunsten des Lösungsmittels fand man die Finger mit einem schätzungsweise $^1/_{10}$ mm dicken Häutchen aus Collodium überzogen, welches die Höhendifferenzen der Papillenlinien völlig ausglich. Das Häutchen ist vollkommen trocken und zeigt gegenüber betasteten Flächen nicht die gerinste Klebfähigkeit. Es sitzt absolut fest und nicht verschiebbar auf der Haut. Solange nicht getastet wird, macht es sich in keiner Weise bemerkbar; wie sich sein Vorhandensein beim Tasten äufsert, darauf ist alsbald einzugehen.

Es wurde nun der Grundversuch in genau gleicher Weise wie früher wiederholt, nachdem die Finger der Vp. L. in der geschilderten Weise präpariert worden waren. Es zeigte sich zu meiner Überraschung, dafs die eingeführte Änderung der Versuchsbedingungen die Tastleistungen nahezu unbeeinträchtigt läfst. Die Papiere werden fast alle mit derselben Sicherheit wie im Grundversuch unterschieden. Abweichend vom Grundversuch werden nur fälschlicherweise 5 als etwas glatter als 4, und 7 als etwas feineres Papier als 6 beurteilt. Die Urteile beziehen sich vorzugsweise auf Rauhigkeitsunterschiede, weniger häufig als im Grundversuch auch auf Körnungsunterschiede, erstere sind also vermutlich durch das verhüllende Medium hindurch leichter zugänglich. — Die Versuche wurden in ganz gleicher Weise mit Vp. Kr. wiederholt, nachdem mit ihr, um Vergleichsmafsstäbe zu gewinnen, auch der Grundversuch nachträglich absolviert worden war. Hatte sie beim Grundversuch nur richtige Urteile abgegeben, also in allen 13 Fällen die Unterschiede richtig erkannt, so bedingte das verhüllende Medium 3 falsche Urteile (4 glatter als 3, 5 rauher als 6, und 11 rauher als 12). Da die falschen Urteile bei L. und Kr. nicht an derselben Stelle liegen, so ist es nicht sehr wahrscheinlich, dafs sie in spezifischer Weise von dem zur Anwendung gekommenen verhüllenden Medium abhängen. Die Versuche zeigen, dafs Tastflächen nicht wesentlich schlechter

beurteilt werden, wenn sie mit der tastenden Haut nicht mehr unmittelbar in reibende Berührung kommen, sondern von ihr durch ein der Haut unverschiebbar anliegendes Zwischenmedium getrennt sind; es äufsert sich zum erstenmal in unseren messenden Versuchen so etwas wie eine Fernwirkung. Damit war der nächste Versuchsschritt — Übergang zu dickeren Zwischenmedien — vorgeschrieben. Zunächst aber noch einige Worte darüber, wie sich das Collodiumhäutchen, das bei ruhendem Tastorgan gar nicht gespürt wird, während des Tastens bemerkbar macht. Es ist nicht der Eindruck einer durchtasteten Fläche vorhanden, wie er früher beschrieben worden ist, vielmehr hat man das Gefühl, das man auch hat, wenn man mit Fingern tastet, die man sich am heifsen Ofen oberflächlich verbrannt hat, so dafs eine glatte, glänzende Haut entstanden ist. Von tauben Fingern pflegt man im gewöhnlichen Leben meist zu sprechen, wenn die Finger lange starker Kälte ausgesetzt waren. Eine gewisse Verwandtschaft besteht zwischen den Tasteindrücken, die uns derartig abgekühlte Finger liefern und die wir mit Collodium erhalten. Sehr wichtig ist nun die Feststellung, dafs, so wenig auch die Erkennung von Differenzen zwischen den einzelnen Papieren durch das verhüllende Zwischenmedium leidet, doch der absolute Eindruck, den wir von jeder Tastfläche erhalten, in beträchtlichem Mafse verändert wird. Auf die absoluten Änderungen, welche an Tastflächen bei fast unberührter Erhaltung der zwischen ihnen bestehenden Differenzen eintreten, wenn ein Zwischenmedium Verwendung findet, werden wir alsbald eingehen.

Beim nächsten Versuch wurden die Tastfinger mit Leukoplast beklebt, welches eine Dicke von etwa $^1/_5$ mm hatte. Frisches Material sitzt bekanntlich vorzüglich fest, so dafs nicht die geringste Verschiebung gegenüber der Haut eintreten kann. Nach dem Ausfall der Versuche mit dem Collodium kam es nicht mehr überraschend, dafs die Leukoplastschicht die Erkennung der Tastflächenunterschiede sehr wenig beeinträchtigte. Vp. L. bezeichnet nur fälschlicherweise 7 als glatter als 6, und 10 und 11 als gleiche Papiere.

Es besteht eine sehr weitgehende Analogie zwischen Versuchen dieser Art aus dem Tastgebiet und gewissen optischen Versuchen. Wenn man das Auge durch einen tonfreien (oder

bunten) Episkotister blicken läfst (Erscheinungsweisen I, § 10), so übt dieser einen von seiner Farbe, seiner Beleuchtung und seiner Öffnung abhängigen Einflufs auf die eintretenden Farbeneindrücke aus. Nichts, was durch den Episkotister gesehen wird, bleibt seinem abschwächenden und verfärbenden Einflufs entzogen. Aber so stark auch die gesamte Verschiebung der farbigen Eindrücke des Gesichtsfeldes ist — man könnte mit einem der Musik entlehnten Begriff von einer farbigen Transponierung sprechen — so geringfügig ist die Verschiebung der farbigen Unterschiede gegeneinander: Helligkeits-, Sättigungs- und Qualitätsunterschiede zwischen den einzelnen Teilen des Gesichtsfeldes bleiben bei Betrachtung durch den Episkotister nahezu ganz erhalten und damit bleibt die praktisch bedeutsame Erkennbarkeit der Gegenstände im wesentlichen gewahrt. Eine gewisse Angleichung der Farbeneindrücke findet allerdings durch das sich überlagernde Licht des Episkotisters statt, und ihr fallen die feinsten Farbenunterschiede zum Opfer. Aber die Angleichung ist, von den extremen Fällen abgesehen, wo der Episkotister sehr viel Licht ins Auge sendet, so geringfügig, dafs sie die Erkennungsvorgänge nur wenig stören kann.[1] Einstellungen von Farbenschwellen und von Farbengleichungen lassen sich durch den Episkotister hindurch fast mit derselben Genauigkeit durchführen wie bei Entfernung des Episkotisters. Soll man aber zwei Farben auf gleich oder auf irgendeinen vorgeschriebenen Grad des Unterschiedes einstellen, von denen die eine mit, die andere ohne Episkotister betrachtet wird, so erweist sich die Aufgabe als sehr schwer und bei weitem nicht mit der Vollkommenheit lösbar, wie in dem Fall, wo beide Farben dem transponierenden Einflufs eines Episkotisters unterliegen. Dem optischen durch den Episkotister dargestellten Zwischenmedium entspricht bei unseren Tastversuchen Collodium resp. Leukoplast als taktiles Zwischenmedium. Wie der Episkotister eine allgemeine Farbentransponierung bedingt, so das taktile Medium eine allgemeine eigentümliche Verschiebung aller Tasteindrücke. Wie das optische

---

[1] Was das Mafs der Angleichung der Differenzen angeht, so findet man einiges hierüber gesagt bei D. Katz, Luftlicht und Beleuchtungseindruck. *Zeitschr. f. Psychol.* 95, 1924, S. 134 f.

Zwischenmedium die Erkennbarkeit von Farbunterschieden wenig beeinträchtigt, so das taktile Zwischenmedium die taktilen Unterschiede der Tastflächen. Die aufgewiesene Analogie läfst uns voraussagen, dafs die Erkennung von Unterschieden der Tastfläche sehr leiden mufs, wenn die eine Tastfläche mit, die andere ohne taktiles Zwischenmedium getastet wird. Unten folgende Versuche bringen die volle Bestätigung dieser Voraussage. Die Analogie verhilft uns aber noch zu einer ganz anderen Fragestellung. Wenn das Auge längere Zeit auf eine farbige Fläche blickt, so ermüdet es für die betreffende Farbe, man spricht in der Regel von einer Umstimmung. Das umgestimmte Auge sieht nun alle Farben des Gesichtsfeldes in ähnlicher Weise verändert, wie wenn es durch einen Episkotister blickte. Für das Farbensehen mit umgestimmtem Auge gilt darum alles, was wir soeben für das Sehen durch einen Episkotister ausgeführt haben. Die Umstimmung klingt sehr schnell ab, kann allerdings noch in namhaftem Grade bestehen, wenn sie sich subjektiv gar nicht mehr als solche aufdrängt. Schwache Grade monokularer Umstimmung lassen sich durch binokularen Farbenvergleich nachweisen. Man kann nun auch ein Tastorgan umstimmen. Wenn man längere Zeit einen Handschuh getragen hat und ihn dann entfernt, so fühlt sich alles anders an, die Hand scheint reizbarer geworden zu sein. Man überzeugt sich am besten hiervon dadurch, dafs man die Eindrücke dieser Hand mit denen der vorher nicht behandschuhten vergleicht. Eine Umstimmung durch Ermüdung liegt hier allerdings nicht vor. Versuche mit Ermüdung, welche später folgen, werden zeigen, dafs auch die taktile Umstimmung ähnlich wie die optische sehr schnell abklingt.

2. Zwischenmedien, die der Haut lose aufliegen. Die beim Grundversuch verwandten Finger werden mit Gummifingern überzogen, und darauf wird der Grundversuch wiederholt. Es werden zunächst Gummifinger der dünnsten Sorte, die im Handel zu haben war, bei den Versuchen verwandt. Es ergab sich, dafs L. alle Papiere bis auf 9 und 10 voneinander unterschied. Allerdings war in 2 Fällen das Urteil über das Glätteverhältnis umgekehrt wie im Grundversuch; es wurde 7 für bedeutend glatter als 6, und 12 für bedeutend gröber als 13 bezeichnet. Eine Verschlechterung

der Leistung ist darin zu erblicken, dafs 9 und 10 nicht mehr auseinander gehalten wurden, nicht aber ohne weiteres in den beiden Umkehrfällen, wenn das zunächst auch paradox klingen mag. Wenn das Urteil über die Eigenschaften von Tastflächen vornehmlich bedingt wird durch den Reibungskoeffizienten, der zwischen der Tastfläche und der tastenden Fläche besteht, und die Epidermis, welche in der einen Versuchsgruppe die Tastorgane bekleidet, ersetzt wird durch ein Medium, welches gegenüber den Tastflächen einen anderen Reibungskoeffizienten besitzt, so kann es sehr wohl vorkommen, dafs die Urteile über Rauhigkeitsdifferenzen zweier Tastflächen sich umkehren, weil die Reibungskoeffizienten sich in entsprechender Weise geändert haben; dafs die Gummifinger alle Tastflächen qualitativ verändert erscheinen lassen, bestätigt die hier entwickelte Anschauung vollkommen. Solange Tastflächen mit Zwischenmedium praktisch nur ebensogut unterschieden werden wie ohne Zwischenmedium, ist ja die Gefahr einer Verwechslung nicht vorhanden; erst ein Zwischenmedium, das alle Differenzen verschluckt, würde uns ernstlich in die Irre führen. Wir ziehen aus diesen Erwägungen und dem oben erhaltenen Resultat den Schlufs, dafs Gummifinger der verwandten Art die Tastleistungen gegenüber dem Grundversuch nicht wesentlich beeinträchtigen. Das Ergebnis wird bestätigt durch Versuche mit Vp. K. Hier stimmen die Urteile über die Unterschiede der Tastflächen mit denen des Grundversuchs überein, nur erscheint 5 rauher als 6, sowie 11 rauher als 12.

Die dünnen Gummifinger wurden ersetzt durch sehr dicke, etwa von der Stärke von Glacéleder. Vp. L. beurteilt alle Papiere als verschieden, allerdings hat sich das Rauhigkeitsverhältnis einiger Papiere gegenüber dem Grundversuch umgekehrt. Wenn 7 wieder bedeutend glatter als 6, 10 feiner als 9 und 12 feiner als 11 erscheint, so dürfte das wieder mit dem veränderten Reibungskoeffizienten zu erklären sein. Beim Vergleich von 5 und 6 spricht L. dem Papier 5 das widerstandslosere Gleiten zu und schliefst daraus, dafs 5 auch glatter sei, ein Unterschied der Körnung der beiden Papiere scheine aber nicht zu bestehen. Ich gebe das als Beispiel dafür, wie Glättegrad und Körnungsgrad durchaus nicht parallel zu gehen brauchen. Die letzten Versuche zeigen, dafs auch durch dickere

Zwischenmedien die Tastleistungen gegenüber dem unbewaffneten Tastorgan nicht wesentlich herabgesetzt werden. — Die Versuche mit Gummifingern wurden auch in der Weise wiederholt, daſs die Finger beider Hände mit ihnen überzogen und die Paare von Papieren nun in der Weise verglichen wurden, daſs das eine Papier links, das andere rechts dargeboten wurde. Diese Variation des Versuches führt im wesentlichen zu demselben Resultat wie der vorstehende Versuch.

Wie werden die Gummifinger erlebt? Im Gegensatz zu dem Fall der dem Tastorgan fest aufsitzenden Membran bleibt hier bei allem Tasten das Gefühl bestehen, daſs sich zwischen Finger und Tastfläche eine durchtastete Fläche befinde. Ich habe Eindrücke von Fingern miteinander vergleichen lassen, von denen die einen mit Collodium bedeckt waren, während die anderen Gummiüberzüge trugen. Vp. L.: „Die Collodiummasse gehört zum Finger, als sei dessen Haut dicker oder der Finger nach längerem Tasten stumpfer geworden. Auf der anderen Seite hat man den Eindruck der nicht mit dem Finger verbundenen Zwischenschicht."

In der ärztlichen Praxis finden Gummifinger und Gummihandschuhe bei der Untersuchung von Körperhöhlen sowie bei Operationen gelegentlich Verwendung, wenn die Gefahr von Infektionen besteht. Lieſse sich die Infektionsgefahr gleich leicht durch ein anderes Mittel vermeiden, so würde man sicher auf die isolierende aber zugleich das Arbeiten der Hand etwas hemmende Gummimembran verzichten. Zwar sind es vornehmlich stereognostische Eindrücke, die der Arzt sich zu verschaffen sucht, wenn er die Organe und ihre Änderungen untersucht, oder auf die er sich stützt, wenn er an den Organen manuelle Eingriffe vornimmt, aber ganz ohne Einfluſs auf das Stereognostische bleiben auch die Oberflächeneigenschaften der Objekte nicht, auf deren Untersuchung es ankommt. In der Praxis des Arztes sind es fast ausschlieſslich Schleimhäute, die zur Betastung kommen, also Tastflächen, die sich von den bis jetzt von uns untersuchten gänzlich unterscheiden, immerhin hat auch für sie Geltung, daſs Tasten mit einem Zwischenmedium ihren Eindruck modifiziert. Die im folgenden dargestellten Versuche, wo Oberflächentastungen miteinander verglichen werden, von denen die eine mit, die andere ohne

Zwischenmedium zustande kommt, mögen darum auch für die medizinische Praxis ein gewisses Interesse haben.

Vp, L. wird vor die Aufgabe gestellt, je zwei Papiere miteinander zu vergleichen, von denen das eine mit dem bloſsen Mittelfinger der rechten Hand, das andere mit dem mit Gummimembran überzogenen Mittelfinger der linken Hand getastet wird. In einer Versuchsreihe werden links und rechts immer Paare desselben Papiers dargeboten, in einer anderen Paare verschiedener Papiere wie im Grundversuch, wobei dann noch ein Wechsel der Raumlage erfolgt. In den Fällen, in denen links und rechts dasselbe Papier dargeboten wird, wird die Identität niemals mit Sicherheit erkannt, was doch die Regel ist, wenn man zwei gleiche Papiere links und rechts mit zwei unbewaffneten Fingern betasten läſst. Nicht so einfach ist das Resultat der Versuche mit verschiedenen Papieren links und rechts darzustellen. Es kommen folgende zwei Fälle vor: 1. In beiden Raumlagen ist das Resultat des Vergleichs dasselbe wie im Grundversuch. 2. Zwei Papiere erfahren bei der einen Raumlage dieselbe Verschiedenheitsbeurteilung wie im Grundversuch, während sie bei der anderen nicht unterschieden werden oder das Verschiedenheitsurteil sogar das entgegengesetzte Vorzeichen annimmt. Es verdient noch Erwähnung, daſs gelegentlich dasselbe Verschiedenheitsurteil wie im Grundversuch mit g r ö ſ s e r e r Sicherheit auftreten kann. Eine summarische Betrachtung der Resultate läſst es zweifelsfrei erscheinen, daſs der Vergleich von Tastflächen bei einseitiger Verwendung von Zwischenmedien die Tastleistungen sehr stark beeinträchtigt gegenüber den Fällen, in denen entweder auf beiden Seiten mit bloſsem Tastorgan oder auf beiden Seiten mit einem Zwischenmedium getastet wird. Versuche mit Vp. K. haben dies Resultat bestätigt. Es läſst sich aus diesen Versuchen die Vorschrift für die Praxis ableiten, daſs man, falls man einmal zu einem Vergleich zwischen zwei Tastflächen gezwungen sein sollte, von denen die eine mit bewaffnetem Tastorgan getastet werden m u ſ s, es nicht ratsam ist, die andere mit bloſsem Tastorgan zu betasten, vielmehr empfiehlt sich, sie unter Verwendung des gleichen Zwischenmediums zu betasten.

Nach dem, was oben über die weitgehende Analogie

zwischen Versuchen mit optischem und mit taktilem Zwischenmedium ausgeführt worden ist, die uns den Erfolg der letzten Versuche fast voraussagen liefs, wird hier kein Bedürfnis für eine mehr ins Einzelne gehende Erklärung bestehen.

3. Tasten auf gröfsere Distanz mit starren Zwischenmedien. Personen, die viel schreiben müssen, haben meist eine ausgesprochene Vorliebe für eine bestimmte Art von Schreibfedern, die sie alle anderen Federn, wenn es irgend möglich ist, ablehnen läfst. Die Unterschiede der Reibung der Feder auf dem Papier, die durch die Bauart und das Material der Feder bedingt sind, machen sich mit solcher Entschiedenheit geltend, dafs der richtige Bürokrat sich so leicht keinen neuen Federtypus unterschieben lassen wird. Allgemeiner bekannt ist die Erfahrung, dafs man beim Schreiben mit Bleistiften wenigstens einige Härtegrade voneinander zu unterscheiden vermag. Da man nicht sicher sein kann, dafs die täglichen Beobachtungen von dem Wissen um die wirklichen Verhältnisse unbeeinflufst sind, so habe ich zu diesem Punkt einige Versuche unwissentlicher Art mit Vp. K. durchgeführt. Es fanden 5 Bleistifte der Firma Johann Faber mit den Härtegraden 1—5 Verwendung, mit denen bei geschlossenen Augen und verstopften Ohren auf demselben Papier zu schreiben war. Die Vp. konnte alle Härtegrade recht gut voneinander unterscheiden. Ganz im Sinne jener so oft zitierten treffenden Beobachtungen Lotzes (Mikrokosmus) zur exzentrischen Projektion wird die Härte oder Weichheit des Bleistifts, solange man sich naiv verhält, in die Bleistiftspitze, nicht in die Teile der Hand verlegt, die den Stift führen; die Tastfläche selbst kommt auch an der Bleistiftspitze zur Entwicklung. Verhält man sich weniger naiv, also kritisch, so verspürt man in den haltenden Fingern selbst, neben dem dort dauernd gegebenen Druck, ein mit dem Härtegrad des Stifts sich änderndes Vibrieren, und zwar ist das Vibrieren bei den harten Stiften im allgemeinen stärker als bei den weichen. Vp. K. gibt an, dafs der Unterschied der Härtegrade beim Schreiben von Grundstrichen leichter erkannt wird als von Haarstrichen. Die Vp. hat beim Schreiben innerlich deutliche visuelle Schriftzüge, welche dick und schwarz oder dünn und

grau sind, je nachdem ob der Bleistift als weich oder als hart beurteilt wird.

Es gibt noch andere Erfahrungen beim Schreiben, die in diesem Zusammenhang eine Erwähnung verdienen. Auch wenn man dieselbe Feder und dasselbe Papier verwendet, so können die Eindrücke, die man beim Schreiben empfängt, stark wechseln mit der Unterlage, auf der das Papier ruht. Man schreibe nur einmal nacheinander auf Unterlagen von Pappe, Holz, Leder, Linoleum, Glas und Metall, und man wird finden, daſs man in jedem Fall ein anderes Erlebnis hat. Natürlich muſs man dafür sorgen, daſs die genannten Unterlagen selbst nicht gröſsere Rauhigkeitsunterschiede aufweisen, die durch das bedeckende Papier gefühlt werden können. Offenbar wirkt die verschiedene Elastizität der Unterlage dahin, daſs die Feder beim Schreiben auf verschiedene Arten vibriert — die Schreibgeräusche geben ja sichere Kunde davon, daſs hier Schwingungsvorgänge stattfinden — und diese Vibrationen kommen uns nun zum Bewuſstsein. Bei längerem Schreiben kann sich die Unzweckmäſsigkeit einer Unterlage, die nicht genügend elastisch ist, in ganz unverkennbarer Weise dadurch verraten, daſs wir in ungewöhnlichem Grade ermüden. Die Eigenschaften der Schreibunterlage, von denen wir hier sprechen, entfalten sich nicht wie Rauhigkeit und Glätte in der Oberfläche des Papiers, auf dem wir schreiben, sondern sie werden, wie wir es früher schon von der Eigenschaftsreihe hart-weich kennen gelernt haben, nach der Tiefe hin entwickelt. Auch Elastizität muſs nach unserer Auffassung als eine unmittelbar erlebbare und nicht nur in physikalischer Weise bestimmbare Eigenschaft der tastbaren Welt anerkannt werden. Die Reihe der Elastizitätsgrade und die Reihe hart-weich sind in weitesten Grenzen unabhängig voneinander zu variieren. Ein dicker Wollstoff ist sehr weich, aber nicht elastisch, ein Stück Fischbein ist sehr elastisch, aber nicht weich.

Wenn wir die Härtegrade von verschiedenen Bleistiften beim Schreiben auf demselben Papier unterscheiden können, so muſs das eine Folge der Änderung des Reibungskoeffizienten sein, der zwischen dem gleichbleibenden Papier und der variablen Graphitmasse besteht. Es müſste für das Resultat des Versuchs wenig oder nichts ausmachen, wenn wir unter

Beibehaltung desselben Bleistifts die Papiere so variieren, dafs dieselben Reibungskoeffizienten herauskommen. Wir haben nun nicht genau diesen Versuch, sondern einen ähnlichen zur Ausführung gebracht. Es wurden mit einem Holzstift, der vorn eine nicht zu scharfe Spitze trug, unsere 14 Papiere nach dem Verfahren beim Grundversuch betastet. Verwendung fand ein Federhalter, der auch ganz so wie ein Federhalter gefafst wurde; seine Spitze ragte 4—5 cm über die Fingerspitzen hinaus. Beobachter waren neben Vp. K. Herr stud. phil. Noldt, Frl. cand. phil. von Dobschütz (D.), sowie Frl. cand. phil. Raspe (R.). Vp. K. ergibt 8 richtige und 4 falsche Fälle, an falschen Fällen liefern die 3 anderen Vpn. in der oben angegebenen Reihenfolge 4, 4 und 5. Die Papiere werden nicht mehr als Papiere erkannt, die Vpn. geben auf Befragen an, dafs es sich um Papiere, dafs es sich aber auch um andere Materialien handeln könne. Aber nichtsdestoweniger wird man zugeben müssen, dafs die Tatsache einer Unterscheidung der Oberflächenartungen der meisten Papiere durch den Holzstab etwas Unerwartetes hat. Unmöglich können die Drucksinnesorgane der Haut von den minimalen Niveaudifferenzen der Papieroberflächen ein diesen auch nur annähernd entsprechendes Druckbild erhalten. Gründete sich das Urteil über die Rauhigkeitsunterschiede der Papiere allein auf Unterschiede des Kraftaufwandes, die man bei der aktiven Bewegung mit der Hand erlebt, so bliebe das Resultat an und für sich zwar bemerkenswert, würde aber theoretisch nicht viel weiterführen. Aber so verhält es sich nicht. Gewifs spielen Unterschiede des Widerstandserlebnisses in diese Versuche hinein, aber sie erlauben nur, Unterschiede der Papiere zu erfassen, die in der Reihe weit auseinanderstehen. Die feineren Unterschiede benachbarter Papiere werden an Unterschieden der Vibrationen erkannt, die bei der Reibung zwischen Papier und Holzstift entstehen und sich durch das Holz zur Hand fortpflanzen. Die Vpn. weisen auf Befragen ausdrücklich auf die Vibrationsempfindungen als Erlebnisgrundlage ihrer Urteile hin, die sich nicht auf die haltenden Finger zu beschränken brauchen, sondern auch in anderen Teilen der Hand in diffuser Form auftreten können.

Das Tasten auf gröfsere Distanz durch Vermittlung eines starren Zwischenmediums gelingt nur, wenn die Erschütterungen,

die bei der Reibung entstehen, ohne gröfsere Dämpfung auf das tastende Organ übertragen werden. Umwickelt man den Holzstift mit einem Material, welches die Vibrationen verschluckt, wie z. B. mit Filz oder Tuch, so lassen sich die meisten Papiere nicht mehr unterscheiden. Papiere, die weit in der Reihe auseinander liegen, werden noch als verschieden beurteilt, aber das geschieht dann nur im Hinblick auf die verschiedenen Widerstände, die sich der Bewegung der Hand entgegenstellen. Es bedingt keinen Unterschied, ob man die dämpfenden Medien zwischen Hand und Holzstift oder am Ende des Holzstiftes anbringt, wo die Reibung auf dem Papier erfolgt. In Variationen des Versuchs nach den angedeuteten Richtungen bietet sich ein gutes Mittel, um zu scheiden, was an dem Urteil über Oberflächenartungen durch Vibrationserlebnisse, was durch Widerstandserlebnisse bedingt ist.[1]

4. Gröfsenordnung der Niveaudifferenzen an rauhen Oberflächen. Es seien an dieser Stelle einige Ausführungen gemacht über die Gröfsenordnung derjenigen Niveaudifferenzen, die für den Rauhigkeitscharakter von Flächen wie der hier benutzten Papiere mafsgebend werden können (Vibrationssinn I S. 2f.). Da sich eine dahinzielende Messung an den Papieren aus technischen Gründen nicht in einfacher Weise durchführen liefs, habe ich mir selbst Tastflächen, an denen die Messung ausführbar war, in folgender Weise hergestellt. Ein bestimmter Teil der Oberfläche einer ihrem Gewicht nach bekannten Glasplatte wird mit Fluorwasserstoffgas so stark angeätzt, dafs sich das angegriffene Feld des Glases seinem Tasteindruck nach gerade von der glatt gebliebenen Umgebung unterscheiden läfst. Der mit der Mikrowage ermittelte Gewichtsverlust der Glasplatte beträgt 0,000749 g, so dafs sich das Volumen der aufgelösten Glasmasse bei einem spezifischen Gewicht des Glases von 2,5 zu 0,3 cmm ergibt.

---

[1] H. Hoffmann (Stereognostische Versuche, Diss. Strafsburg 1883) wirft die Frage auf (S. 141), ob die Berührungsempfindung notwendig sei zur Perzeption der Eindrücke, die wir als glatt und rauh bezeichnen. Die obigen Versuche zeigen, dafs diese Frage zu verneinen ist, falls Berührungsempfindung phänomenologisch gemeint ist. An derselben Stelle erwähnt Hoffmann, dafs eine Patientin von Puschelt bei aufgehobenem stereognostischen Vermögen Weichheit und Glätte der Körper erkannte.

Die angeätzte Fläche des Glases ist entsprechend der Öffnung des zur Mischung der Chemikalien dienenden Platintiegels annähernd kreisförnig und besitzt einen Inhalt von etwa 2800 qmm, so daſs sie durchschnittlich eine Schicht von 0,000107 mm Dicke eingebüſst hat. Sollte nun auch die Fluſssäure die verschiedenen Stellen des Glases sehr unterschiedlich angegriffen haben, so ist doch sicher die Annahme berechtigt, daſs die entstandenen Niveaudifferenzen weit unter 0,001 mm liegen. Diese Grenzbestimmung ist sehr roh, aber sie genügt uns für den vorliegenden Zweck durchaus. Von ähnlicher wie der beim angeätzten Teil des Glases ermittelter Gröſsenordnung sind nun auch diejenigen Niveaudifferenzen, die bei den glatteren Papieren unserer Serie den Rauhigkeitscharakter bedingen und die gegenseitige Unterscheidung ermöglichen. Ich möchte sogar die Behauptung wagen, daſs die Papiere 1 und 2 unserer Serie kleinere Niveaudifferenzen besitzen als der angeätzte Teil der Glasfläche. Papier 3 dürfte an Rauhigkeit jenem Teil etwa gleichzustellen sein; je mehr wir uns dem anderen Ende der Papierserie nähern, um so mehr übertreffen die Papiere an Rauhigkeit das angeätzte Glas. Nach allem, was uns von dem Raumsinn der Haut bis jetzt bekannt geworden ist[1], dürfen wir wohl behaupten, daſs Niveaudifferenzen, wie wir sie bei der Mehrzahl unserer Papiere anzunehmen haben, für ihn selbst bei bewegtem Tastorgan nicht mehr faſsbar sind. Eine sichere Ausnahme hiervon macht nur Papier 14, das Tuchschwarz.

Wir dürfen annehmen, daſs die Erkennung von kleinsten Niveaudifferenzen durch Übung noch weit über die hier diskutierte Fähigkeit des Normalen hinaus gesteigert werden kann. Das Erstaunlichste, was in dieser Beziehung vorliegt, scheint die Leistung einer mit 14—15 Jahren völlig erblindeten und ertaubten Amerikanerin, Willetta Huggins, darzustellen. Sie war imstande, durch bloſses Befühlen die Zahlen auf Geldscheinen und den groſs gedruckten Kopf von Zeitungen zu erkennen.[2] Sollte die durch Übung auf die Spitze getriebene

[1] Man vgl. hierzu z. B. die einschlägigen Angaben bei V. Henri, Über die Raumwahrnehmung des Tastsinnes. Berlin 1898.

[2] J. Thomas Williams, Extraordinary development of the tactile and olfactory senses compensatory for loss of sight and hearing. *Journ. of*

Verfeinerung des Tastvermögens nicht manche Leistungen von Medien erklären können, die mit dem Anspruch auftreten, telepathischer Natur zu sein.[1] Man wird in Zukunft immer

---

the amer. med. assoc. 79, 1922. Nach einem Bericht aus dem *Zentralblatt f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* 31. — Die Geschichte der Blindenpsychologie berichtet immer wieder von Fällen, in denen Blinde Auskunft über die Farbe von Lappen u. dgl. zu geben vermochten, die sie betasteten. Eine Berücksichtigung aller Umstände läfst gar keinen Zweifel darüber, dafs hier Selbsttäuschungen der Blinden vorgelegen haben; ihre Leistung bestand darin, mit den individuell verschiedenen Tasteindrücken die Farben zu assoziieren, die ihnen von der sehenden Umgebung genannt worden waren. Man vgl. hierzu K. Bürklens früher angeführtes Werk, S. 39 f.

[1] In der von Graf Hermann Keyserling, Graf Kuno Hardenberg und Karl Happich herausgegebenen Schrift „Das Okkulte" (Darmstadt 1923) findet sich ein Bericht über die Leistung eines Mediums, die als überaus wunderbar hingestellt wird. Es heifst da (S. 93 f.): „Im Trancezustand, mit völlig und fast geschlossenen Augen, die Augäpfel nach oben gedreht, ein Sehen war ganz unmöglich. Ich gebe ihm eine Broschüre in die Hand, deren Aufsenseite in etwa 3 cm grofsen Buchstaben den Titel trug Ernst—Ludwig—Heilanstalt. Die Buchstaben hatten gegen ihre Umgebung keinen Niveauunterschied, bei aufmerksamem Darüberstreichen mit den Fingern hätte man sie nicht abtasten und dadurch lesen können. Ich legte nun diese Broschüre, die er nicht kannte und noch niemals gesehen hatte, auf seine Kniee, brachte die Fingerspitzen seiner rechten Hand auf den Titel und sagte ihm, er werde sich jetzt so auf seine Fingerspitzen konzentrieren, dafs er mit diesen die Schrift lesen könnte. Er fuhr zunächst unsicher über die Schrift hin, drückte sichtlich immer mehr darauf, suchte sich mit grofser Gewalt zu konzentrieren und geriet in erhebliche Aufregung. Nach einiger Zeit gröfster Anstrengung, die sich immer mehr steigerte, brachte er den ersten Buchstaben E heraus. Plötzlich in immer weiter steigender Erregung rifs er das Heft an sich, drückte es fest an den Leib in die Magengegend und fing dann, unter fast krampfartiger Anstrengung und Stöhnen, an, sehr schnell zu buchstabieren, so schnell, als könne ihm das, was er erfafst hatte, wieder entschlüpfen. Die Schrift war in grofsen lateinischen Lettern gedruckt, das s von Ernst in der nachstehenden Form: S. Er sagte nun: e — e — e —, Emil, nein e — e — m — Fragezeichen — t — e — ein Punkt — N. t — E — r — n — Fragezeichen — ein St. — Ernst; dann fing er an ganz schnell zu zählen: 1, 2, 3, 4, 5, 6 Buchstaben — grofs L — 1. 2. 3 grofse und 3 kleine Buchstaben — L — . . . L . . . w — i — g — Ernst Ludwig. Wegen der aufserordentlichen krampfartigen Anstrengung, die dieses Experiment verursachte, brach ich hier ab." Die Leistung wird als ein „Magenlesen" gedeutet, wie es auch schon bei anderen Medien beobachtet

an diese Fehlerquelle zu denken haben, wenn die telepathische Erkennung von Schriftzeichen u. dgl. nur bei Betastung gelingen will, und wird dementsprechend seine Vorsichtsmaſsregeln zu treffen haben.

Die einzelnen Punkte, aus denen die Buchstaben der mechanisch vervielfältigten Brailleschen Blindenschrift zusammengesetzt sind, haben bei einem Durchmesser von 1,2 bis 2,1 mm eine Höhe von 0,5—1 mm (Bürklen, a. a. O. S. 120), stellen also gigantische Buckel dar gegenüber den winzigen Erhebungen der Papiere, von denen eben die Rede war. Diese Punkte wenden sich zweifellos an den Raumsinn der Haut. Ganz unwillkürlich produzieren wir, um ihrer habhaft zu werden, einen ganz anderen Typus von Bewegungen, als dann, wenn wir Rauhigkeitsgrade erkunden. Nur langsame, systematisch nach allen Richtungen wechselnde Bewegungen machen dem Raumsinn so kleine Formen zugänglich; Rauhigkeit dagegen unterscheiden wir besser bei schnellen Bewegungen, systematischer Wechsel der Bewegung nach allen Richtungen ist auch nicht Vorbedingung der Leistung. Die Eigenschaften der Oberflächenstruktur geben sich bei einer Druckstärke am ehesten zu erkennen, die für die Deutung der Raumformen zu hoch ist. Wenn man sich aber auch der stereognostischen Aufgabe so gut als möglich anpaſst, erreicht man als Ungeübter doch keine besondere Leistung. Durchaus nicht vermag man ohne weiteres, um einige Beispiele zu geben, das aus 4 Punkten gebildete g von dem aus 3 Punkten gebildeten h, das aus 4 Punkten gebildete p von dem aus 5 Punkten gebildeten q zu unterscheiden. Versagt also die stereognostische Leistung des Hautsinnes selbst derartigen groben Reizdifferenzen gegenüber, wie verfehlt wäre es dann, in der Unterscheidung von Niveaudifferenzen, wie sie bei unseren Papieren vorkommen, eine Leistung des Raumsinnes der Haut zu sehen. Daſs hier von zwei ganz verschiedenen Leistungen zu sprechen ist, ergibt sich schlieſslich auch daraus, daſs die Tastbewegungen, die sich vergeblich um die Erkennung der Zusammensetzung

worden sei. Ich für meine Person zweifle nicht daran, daſs es sich um ein Lesen mit den durch den Trancezustand sehr sensibel gewordenen Fingerspitzen gehandelt hat. Die oben angeführte Willetta Huggins leistete ja ohne Trancezustand dasselbe und mehr!

der BRAILLEschen Buchstaben bemühen, uns doch freiwillig Aufschlufs geben über die Rauhigkeitsverhältnisse des Papiers, auf dem sie gedruckt sind. — Die Selbstbeobachtung zeigt uns, dafs der Versuch, die Buchstaben der BRAILLEschen Blindenschrift zu erkennen (man kann den Versuch auch mit einer Medaille oder einem in Papier geprefsten Monogramm anstellen), beim Normalen darauf hinausläuft, zur Erkennung führende visuelle Vorstellungen zu reproduzieren. Die Erkennung erfolgt beim Sehenden immer auf diesem Umweg, Rauhigkeitsgrade von Papieren dagegen werden bestimmt nicht durch Vermittlung optischer Residuen, sondern taktil erfafst. Ich möchte hier noch die allerdings nur vom Praktiker entscheidbare Frage aufwerfen, ob man die grofse Empfindlichkeit für Rauhigkeitsunterschiede nicht beim Unterricht der Blinden mehr als bisher ausnutzen könnte.

Die Feststellung der Tatsache, dafs auf den Tastsinn Niveaudifferenzen, die einer mikroskopischen Welt angehören, wirken, ist in mehr als einer Hinsicht theoretisch bedeutsam. Als ein erstes läfst diese Tatsache es nicht mehr berechtigt erscheinen, nur in den Versuchen, bei denen mit dem Holzstab getastet wurde, ein Tasten auf Distanz zu erblicken. Auch die oben beschriebenen Versuche, bei denen Collodium und Leukoplast Verwendung fanden, sind hierher zu rechnen, denn diese nivellierend wirkenden Medien lassen es bestimmt nicht zu, dafs die unter ihnen liegenden Sinnesorgane von den meisten Papieroberflächen ein ihnen auch nur annähernd entsprechendes Druckbild erhalten. Also handelt es sich auch hier um ein Tasten auf Distanz. Das legt aber die Vermutung nahe, dafs die Urteilsgrundlagen dieselben sind wie bei den Versuchen mit dem Holzstab: Vibrationen, die sich von der Reibungsstelle aus durch die Medien zu den Sinnesorganen fortpflanzen. Und es bedeutet nur einen kleinen weiteren Schritt in dieser Richtung, anzunehmen, dafs die Urteilsgrundlagen beim Tasten mit blofsem Finger nicht andere sind, denn die starke hornartige Schicht der Epidermis an den Endgliedern der Finger, deren Tastleistung beim Grundversuch in Rede steht, wirkt zum mindesten bei den glatteren Papieren unserer Serie so stark nivellierend, dafs deren Niveaudifferenzen sich nicht als Druckdifferenzen den Sinnesorganen gegenüber

geltend machen können.[1] Weiter wollen wir hier die Theorie der Tastleistungen noch nicht führen. Abschliefsend sei nur bemerkt, dafs auch das Ergebnis des folgenden Versuchs unter dem Gesichtspunkt des Tastens in die Ferne, also durch das Wirksamwerden von Vibrationen, und nur hierdurch, verständlich gemacht werden kann. Wir variieren den Grundversuch so, dafs die Papiere nicht mehr in der gewöhnlichen Weise mit der Volarseite der Endglieder der Finger, sondern mit ihrer Dorsalseite, also mit dem Nagel, getastet werden. Auch bei solchem Versuchsverfahren werden die meisten zwischen den Papieren bestehenden Unterschiede erkannt.

5. Flüssige Zwischenmedien. Es war auf S. 35 die Frage aufgeworfen worden, welche Abarten des Tasteindrucks bei feuchten, öligen, klebrigen ... Oberflächen eintreten. Dieser Frage gehen wir hier mit einigen Versuchen nach. Ich bringe an meinem Finger eine Portion Syndetikon an und betaste damit die Papiere des Grundversuchs. Alle Unterschiede sind ausgetilgt, das glatteste Papier läfst sich nicht einmal mehr von dem rauhesten, dem Tuchpapier, unterscheiden. Man hat keine Ahnung, um was für Material es sich handeln kann, es findet also eine Reduktion zweiten Grades statt. Dafs der Klebstoff auf die Oberflächen der Papiere stark auflösend wirkt, darf mit Rücksicht auf die Kürze der Zeit seiner Wirkung — einmaliges schnelles Tasten — als ausgeschlossen betrachtet werden. Die Dicke der Klebstoffschicht ist schwer zu schätzen, aber man geht kaum fehl in der Annahme, dafs sie bei dem mittelkräftigen Druck, mit dem die Betastung vorgenommen wird, unbeträchtlich ist, vermutlich nicht dicker als die früher erzeugte Collodiumschicht. Die Leimteilchen dürften vornehmlich in den Furchen zwischen den Epidermisleisten sitzen und kaum verhindern, dafs die Leisten selbst hier und da mit den Papieren in unmittelbare Berührung kommen. Aber wir wissen ja, dafs Scheidewände von ganz anderen Ausmafsen an und für sich keine Beeinträchtigung der Tastleistung zu bedingen brauchen. Wie ist also die Re-

---

[1] Die Epidermis hat an der Fingerbeere nach Drosdoff eine Stärke von 0,76 bis 0,78 mm. F. Kiesow und M. v. Frey, Über die Funktion der Tastkörperchen. *Zeitschr. f. Psychol.* 20, 1899, S. 162.

duktion trotz der scheinbar so günstigen Versuchsbedingungen zu verstehen? Die Lösung ist nicht schwer zu finden, ist aber von beträchtlicher theoretischer Tragweite. Bei dem Tasten mit Syndetikon entstehen keine Geräusche, man kann selbst dann keine vernehmen, wenn man das Ohr so dicht wie möglich an die Tastflächen bringt. Der Klebstoff wirkt also als Schmiermittel, welches es beim Reiben nicht zu Schwingungen kommen läſst, und infolgedessen können auch die Sinnesorgane unter der Epidermis nicht durch Vibration erregt werden. Man kann sich kaum einen schlagenderen Beweis dafür denken, daſs für die Beurteilung von Rauhigkeiten die beim Tasten entstehenden Vibrationen maſsgebend sind. Was den positiven Eindruck der Klebrigkeit angeht, so kann ich in allen wesentlichen Punkten der Beschreibung zustimmen, die kürzlich ZIGLER[1] von ihnen gegeben hat. 1. Die Empfindung der Klebrigkeit ist eine einfache taktile Druck- oder Berührungsempfindung mit charakteristischen Merkmalen: es wächst die Intensität der Berührung bzw. des Drucks langsam an, um dann ziemlich plötzlich auf ein Minimum herabzusinken; die Dauer der Empfindung ist erkennbar länger als bei einfachem Druck. 2. Klebrigkeit umfaſst sowohl die tiefer sitzende Empfindung des Zuges als auch die oberflächliche der leichten Berührung, die dann einsetzt, wenn sich die klebrige Reizquelle von der Haut trennt. 3. Nur ein bewegter Reizgegenstand ruft die Empfindung der Klebrigkeit hervor, obwohl die Bewegung kein bewuſstes Merkmal der Empfindung zu bilden braucht.[2] — Diese Beschreibung betrifft das klebrige Zwischenmedium, wie gibt sich aber die durch es erfaſste Tastfläche? Sie erscheint bei allen Papieren als gleich und als sehr glatt. Wenn man den Leim etwas verdünnt, so lassen sich gröbere Unterschiede der Papiere

---

[1] M. J. ZIGLER, An experimental study of the perception of stickiness. *The Amer. Journ. of Psychol.* **34**, 1923. Ich halte mich an das im *Zentralblatt f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* **33**, 1923 gegebene Referat.

[2] Ich füge anmerkungsweise drei weitere Punkte der Analyse ZIGLERS hinzu. 4. Die verschiedenen Nuancen der Klebrigkeit haben ihren Grund teils in visuellen Vorstellungen, teils in taktilen Momenten. 5. Der Eindruck der Klebrigkeit ändert sich nicht wesentlich, wenn das Tastorgan von einem Gehilfen geführt wird. 6. Bei Ätheranästhesierung fällt der Eindruck der Klebrigkeit aus.

erkennen, und je weiter man mit der Verdünnung geht, um so mehr treten auch die feineren Differenzen hervor, man kann sagen, in dem Maſse, in dem die Tastgeräusche dabei deutlicher werden. Die Papiere werden durch die verhüllende Klebrigkeit hindurch in einer schwer beschreibbaren Weise erfaſst. Die Klebrigkeit ist ein Zustand, keine Eigenschaft des Papiers, man faſst den Zustand der Papiere als einen solchen auf, in den sie zufällig hineingeraten sind, so wie ein Körper in Licht oder Schatten geraten kann. Der Versuch mit unverdünntem Leim gibt auch einen Beweis dafür, daſs die beim Tasten aufgewandte Kraft nicht maſsgebend für den Rauhigkeitseindruck ist, denn der Reibungswiderstand, der zu überwinden ist, ist infolge der Zähigkeit des Syndetikons groſs, aber die Tastflächen erscheinen, wie schon gesagt, sehr glatt.

Unter Verwendung eines zähflüssigen Mediums läſst sich auch leicht trennen, was beim Tasten als Leistung des Raumsinnes der Haut anzusprechen ist und was nicht. Wenn man sog. Moiré-Papiere verwendet, d. h. Papiere, die ein erhabenes Muster ähnlich wie Seidenmoiré tragen, so kann man dieses Muster, dessen Erhebungen etwa $^1/_5$ mm betragen mögen, trotz Klebstoff gut erkennen, kaum schlechter als ohne Klebstoff. Hier liegt also eine Leistung des Raumsinnes der Haut vor, der eben nicht auf Vibrationen angewiesen ist.

Ich unterlasse es, die Resultate von Versuchen näher zu schildern, die bei Verwendung von anderen flüssigen Medien (Wasser, Öl, Petroleum) erhalten worden sind. Grundsätzlich bieten sie nichts Neues, es bestätigt sich immer wieder, daſs der Tasteindruck maſsgeblich bestimmt wird durch den Einfluſs, den das flüssige Medium auf die beim Tasten entstehenden Vibrationen ausübt.

§ 25. Über das Ferntasten, speziell innerhalb der medizinischen Praxis.

Die auſserordentliche Vielseitigkeit des Ferntastens hat in meisterhafter Weise Lotze in seinem Mikrokosmus geschildert. Dafür einige Proben. „Wir glauben die Berührung des Stabes mit dem von uns entfernten Objekt ganz ebenso unmittelbar sinnlich zu empfinden, wie eine Berührung mit der Fläche unserer Hand ... Nur unter dieser Bedingung ist der vor-

tastende Stock dem Blinden, die Sonde dem Wundarzt nützlich." „Beim Nähen scheint unsere Wahrnehmung unmittelbar in der Spitze der Nadel gegenwärtig zu sein."[1] In einer stellenweise humoristisch gefärbten Darstellung legt Lotze dar, welche Bedeutung unsere nach diesem Prinzip wirkenden Kleidungsstücke für die Erweiterung des von unserem Körper-Ich beherrschten Raumes besitzen. In dem Zeitalter von Automobil und Flugzeug ist es vielleicht gestattet darauf hinzuweisen, dafs nach dem gleichen Prinzip der exzentrischen Projektion der Chauffeur mit den Pneumatiks die Güte der Chaussee, der Flugzeugführer mit den Tragflächen des Aeroplans die elastischen Verhältnisse der Luft fühlt. Wenn Lotze die angeführten Phänomene mit den Worten schildert „alles dies meinen wir nicht erst durch Raisonnement zu finden, sondern völlig fertig erscheint uns die Empfindung alle diese Kenntnisse zu enthalten" (a. a. O. S. 198), so äufsert sich darin ein für Lotze kennzeichnendes phänomenologisches Feingefühl, welches ihn vor der naheliegenden Versuchung bewahrte, den Weg der unbewufsten Schlüsse zur Erklärung zu beschreiten. Das Tasten auf Entfernung mit stereognostischem Ziel, welches uns in der Praxis des täglichen Lebens grofse, von den meisten kaum geahnte Dienste leistet, erfährt in der Kunst des Arztes eine erstaunliche Verfeinerung durch systematische Übung. Das tote Instrument belebt sich in der disziplinierten Hand des Mediziners und gibt Kunde von feinsten Gebilden in Körperhöhlen, zu denen der Hand der Zutritt aus anatomischen Gründen oder wegen Infektionsgefahr verschlossen ist. „Man lernt sehr bald ... mit der Kürette genau so gut wie mit dem Finger tasten und zu fühlen, ob noch Teile der Plazenta oder vom Föt zurückgeblieben sind."[2] Vor ein ganz neuartiges auch hierher zu rechnendes Problem sah sich der orthopädische Chirurg durch die Kriegsamputierten gestellt. Tasten mit Kunstglied erfolgt ja auch nach dem Sondenprinzip. Die sog. sensible Prothese dient der stereognostischen Leistung in be-

---

[1] Lotze, a. a. O. S. 195 ff.

[2] Schottmüller, Das Problem der Behandlung infizierter Aborte. *Münch. med. Wochenschr.* 1921, S. 663. Nach dem Verfasser ging bei Benutzung der Kürette an Stelle der Hand die Mortalität der behandelten Fälle auf etwa $^1/_{10}$ herunter.

sonderem Grade (Prothesenarbeit S. 5f.). Nach etwas anderer Methode erfolgt die Palpation des Internisten, und sie ist auch psychologisch von anderer Struktur. Daſs die Palpation ein unentbehrliches diagnostisches Hilfsmittel für den praktischen Mediziner darstellt, kommt in allen Lehrbüchern der Untersuchungsmethoden zum Ausdruck[1], aber im einzelnen stellt man doch überraschende Unterschiede in ihren Modifikationen sowie in der Einschätzung ihrer Leistungsfähigkeit fest.

Zu einer bis jetzt kaum übertroffenen Höhe der Ausbildung scheint Hausmann die Palpation gebracht zu haben.[2] Die Sicherheit seiner Diagnosen muſs als ein Erfolg seiner zähen, alle Möglichkeiten des Tastens kombinierenden und klug ausschöpfenden Übung (der Arzt muſs „denkend palpieren und palpierend denken“[3]) angesehen werden. Nach unseren Feststellungen über die mikrometrischen Leistungen des Tastsinns auch auf Distanz halte ich die allgemeinen Zweifel, die man zuweilen den Methoden Hausmanns gegenüber äuſsert, nicht für angebracht, und wenn er selbst die Palpation als die subjektivste aller Untersuchungsmethoden bezeichnet, so ist damit richtig die Bedeutung des subjektiven Übungsfaktors gekennzeichnet. Die Vorschriften für die Ausführung der Tastbewegungen, welche nach den Praktikern, vor allem wieder nach Hausmann, im einzelnen bei der Palpation zu beachten sind, um zu guten Resultaten zu kommen, wie z. B. die Vorschriften über Bewegungsgröſse und Richtung („das Vorbeigleiten der Fingerkuppen an dem Organ resp. des Organes an den Fingerkuppen erhöht durch das Moment der Vorbeibewegung ganz wesentlich die Prägnanz der Tastempfindung“) sowie über das Zusammenarbeiten der Finger im natürlichen Verband (Hausmann erwähnt die oktodigitale Palpation Pollatscheks) zeigen, daſs für die Erzielung stereognostischer

---

[1] Man vgl. z. B. Sahli, Lehrbuch der klinischen Untersuchungsmethoden. 6. Aufl., Bd. 1. Leipzig u. Wien 1913.

[2] Th. Hausmann, 1. Die methodische Intestinalpalpation. Berlin 1910. 2. Die methodische Gastrointestinalpalpation. Berlin 1918. 3. Berührungsempfindung und Druckempfindung, insbesondere die tiefe Druckempfindung. *Pflügers Archiv* **194**, 1922.

[3] Boas, Diagnostik und Therapie der Magenkrankheiten. Leipzig 1911. S. 33.

Leistungen ähnliches gilt, wie für die bis jetzt von mir behandelten Tastleistungen. Manches, was der erfahrene Praktiker über die zweckmäfsigste Fingerhaltung bei der Palpation ausgeführt hat, könnte zu neuen psychologischen Untersuchungen anregen.

Auch Goldscheider und Hoefer haben sich in ihrer oben angeführten Untersuchung mit der Psychologie der Palpation beschäftigt. „Es handelt sich da meist darum, durch eindrückbare Gewebsschichten hindurch tiefer gelegene, härtere Gewebe zu betasten. Bei der erforderlichen Kompression dieser Schichten wird die tastende Haut selbst eingedrückt. Dem Untersucher gehen somit bei dem Eindringen in tiefere Gewebsschichten wachsende Druckempfindungen zu, welche beim Anstofs an ein tiefer gelegenes resistenteres Gebilde einen Zuwachs erleiden.“

Wenn bei der Palpation des Pulses neben der Beschaffenheit der Arterienwandung eine Beurteilung von Eigenschaften wie Frequenz, Rhythmus und Celerität des Pulses erfolgt, so geben sich diese Eigenschaften vermutlich nicht nur und nicht einmal vornehmlich dem Raumsinn der Hand kund, sondern verlangen die Mitwirkung von Vibrationsempfindungen. Und Vibrationsempfindungen sind vielleicht auch im Spiel bei der sog. palpatorischen Perkussion. „Ganz instinktiv läfst man sich bei der Verwertung der Perkussionsresultate aufser von dem wahrgenommenen Schall auch von dem Gefühl des Widerstandes, der Resistenz, welche der perkutierende Finger wahrnimmt, leiten“ (Sahli).

Die unten (Abschnitt III, Kap. 1) noch darzustellende Verwandtschaft der Ton- und Vibrationsempfindungen, die unter Umständen zu Verwechslungen der beiden Sinnesmodalitäten führt, wird vielleicht beitragen können zur Klärung des Wesens der palpatorischen Perkussion, über deren sinnliche Grundlage nicht einmal die Akten der Untersuchung geschlossen sind. („Wie dem auch sei, so haftet jedenfalls dieser Vermischung der Sinnesempfindung etwas Instinktives, ich möchte sagen, etwas Unbewufstes an, das für die wissenschaftliche Analyse und in didaktischer Beziehung grofse Schwierigkeiten darbietet, dafs einem Lernenden nicht leicht beizubringen ist, wie er bei der Perkussion seine Aufmerksamkeit gleichzeitig

auf zwei schwierig zu beurteilende Empfindungen richten soll" (Sahli). Auf die räumlichen Eindrücke der Haut und auf Vibrationsempfindungen zugleich stützt sich vermutlich auch, als auf die durch seine Tätigkeit erst ausgelösten Perzeptionen, der Masseur bei der Arbeit, die er unteren Muskelschichten, Nerven und Sehnen zuwendet.[1]

§ 26. Tastleistungen von Körperstellen, die in der Regel nicht zum Tasten verwendet werden.

1. Tasten mit den Lippen. Wenn wir im Leben vor irgendeine Tastaufgabe gestellt werden, so werden wir uns als Sehende bei der Lösung fast stets der Hand, genau gesprochen, der Finger bedienen. Der gröſste Teil der übrigen grundsätzlich für das Tasten in Frage kommenden Körperoberfläche ist ja in der Regel mit Kleidungsstücken bedeckt, kann also mit anderen Tastflächen nicht in Kontakt gebracht werden; was den von Kleidung freien Kopf angeht, so benutzen wir seine Teile fast nie zum Tasten. Die Lippen kommen wohl mit manchen Nahrungsmitteln in Berührung und das Innere des Mundes, vornehmlich die Zunge, mit allen, aber wer würde Zunge und Lippen benutzen, um eine Auswahl aus Papieren, Holzarten, Ledersorten usw. zu treffen.[2] Man kann sich vorstellen, daſs man das tut, aber damit ist noch nicht gesagt, daſs man es je getan habe.

In einer ersten Versuchsreihe wurde der rote Teil der Lippen zum Tasten bestimmt. Der Versuchsleiter bog die Papiere ungefähr zylindrisch zusammen und bewegte sie so mit der Wölbung an den Lippen hin und her, damit sie nicht das Gesicht der Vp. noch an anderen Stellen berührten. Der Vp. selbst durften die Papiere nicht in die Hand gegeben werden, weil sie sie sonst schon mit den Fingern erkennen konnte. Wie waren die Ergebnisse des Versuchs? Vp. L. unterschied nicht nur alle Papiere wie beim Grundversuch voneinander, sondern es wurden darüber hinausgehend noch Unterschiede an den Papieren festgestellt, die dem tastenden

---

[1] A. Hoffa, Technik der Massage. Stuttgart 1893.

[2] Webstoffe erproben allerdings die Hausfrauen manchmal mit den Lippen.

Finger entgangen waren. Dafür gebe ich ein Beispiel: Beim Vergleich von 9 und 10 wird 10 nicht nur als rauher bezeichnet, sondern auch hinzugefügt, dafs es viel mehr kleine Härchen habe, 9 sei gerauhtes Löschpapier, 10 gemustertes Zeichenpapier. Gebeten, einen Vergleich zwischen dem Tasten hier und beim Grundversuch zu ziehen, äufsert sich Vp. dahin, dafs an den Lippen mehr Feinheiten gefühlt werden, sie habe früher wohl gelegentlich Gegenstände zum Tasten an die Lippen gebracht, das sei aber nie systematisch geübt worden. Auch von den anderen zu diesem Versuch herangezogenen Beobachtern, meiner Frau (Ka.) und D., werden alle Papiere der Serie richtig voneinander unterschieden. Ich selbst habe wie alle Versuche auch diese an mir nachgeprüft und bin dabei auf eine sonderbare Fehlerquelle [1] gestofsen. Ich fand, dafs fast alle Papiere verschieden riechen, diese Geruchsdifferenzen dürften aber wohl nicht beim Urteil über die Tasteindrücke mit zu Rate gezogen worden sein.

2. Tasten mit den Zehen. In einer zweiten Versuchsreihe dient die grofse Zehe des Fufses als Tastorgan. Je zwei Flächen werden wie im Grundversuch der Vp. L. vorgelegt, die sie nacheinander aktiv mit der Zehe betastet. Das Ergebnis mufs sehr überraschen. Es werden 10 richtige Urteile erhalten, in zwei Fällen wird kein Unterschied erkannt ($1 = 2$, $5 = 6$), ein Fall kann als falsch bezeichnet werden, 12 wird nämlich gegenüber 11 als glatter bezeichnet. Ähnliche Resultate werden bei Ka. und bei mir selbst als Vpn. erhalten. Die grofse Zahl der richtigen Fälle zeigt, dafs die Zehe mit ihren Tastleistungen gar nicht so sehr hinter den Fingern zurücksteht. Das tritt besonders darin hervor, dafs die Vp. L. sich nicht darauf beschränkt, Unterscheidungsurteile zu fällen, sondern auch eine Anzahl absolute Beurteilungen vornimmt, so wenn sie 4 als nicht glänzendes sehr feines Kartonpapier, 8 als gekörnt, 13 als kräftiges Zeichenpapier und 9 und 10 als feine weiche Löschpapiere charakterisiert. Der Fufs, der in wollenen, baumwollenen und gelegentlich in seidenen Ge-

[1] Eine Fehlerquelle, die übrigens vielleicht auch bei der Erklärung von sog. telepathischen Leistungen von Medien einige Beachtung verdient.

weben einherspaziert, kommt hier und da wohl unbekleidet mit Holz, Teppichgeweben, Leinen, Sand und Steinen in Berührung, aber mit Papier macht er selten Bekanntschaft, und bestimmt hat er nicht Gelegenheit gehabt, früher die Mehrzahl der Papiere zu betasten, die er jetzt richtig erkennt. Unsere Versuche zeigen, dafs die Leistungen eines Tastorganes von seinen speziellen Erfahrungen beim Tasten wenig abzuhängen scheinen. Das gilt zunächst einmal betreffs seiner Unterscheidungsfähigkeit für Rauhigkeiten. Fordert diese Feststellung nicht in theoretischer Hinsicht zur Annahme heraus, dafs die Empfindungsunterlage der hier gefällten Urteile in weitgehendem Grade von der Erfahrung unabhängig ist und etwas Elementares besitzt, wenigstens in dem Sinne, wie wir auch die Druck- oder Raumschwelle irgendeiner Körperstelle von der Erfahrung unabhängig denken. Diese Versuche geben uns für die Deutung aller hier behandelten Tastleistungen einen wichtigen Fingerzeig. Wenn Papiere, die von der Zehe betastet werden, eine Charakterisierung als Zeichenpapier, Löschpapier usw. erhalten, so ist das natürlich ohne irgendeine Erfahrung nicht denkbar, aber das Auffällige ist, dafs die Erfahrungen, die beim Tasten mit den Fingern gemacht worden sind und ihren Niederschlag in derartigen Charakterisierungen gefunden haben, nun auch zu einer Interpretation der Tasterlebnisse am Fufs dienen, wo die entsprechenden Erfahrungen nicht gemacht worden sind. Diese Leistung ist nur durch die Annahme erklärbar, dafs der absolute Eindruck der Papiere an den Fingern eine weitgehende Verwandtschaft mit deren absolutem Eindruck an der Zehe besitzt, so dafs eine Reproduktion der entsprechenden Bezeichnungen möglich wird.[1] Das soeben diskutierte Resultat widerspricht natürlich nicht der früher aufgestellten Vermutung, dafs die Tastphantasie, der zugemutet wird, sich eine Vorstellung einer

[1] Weder bei diesen Versuchen mit Papieren noch bei den unten (§ 29 u. 30) folgenden, die mit den verschiedensten anderen Stoffen durchgeführt worden sind, hat sich irgend etwas ergeben, was dafür spricht, dafs es im Gebiet der mikromorphen Tastformen ein Analogon zur sog. Prägnanz der optischen Gestalten der Gestaltstheorie gibt. Es wäre für diese Theorie bedeutungsvoll festzustellen, ob die makromorphen Tastformen eine Tendenz zur Prägnanz verraten.

Tastfläche an einer Stelle des Körpers zu erzeugen, welche den zugehörigen Tasteindruck nie gehabt hat, mit einer Gedächtnistastung arbeitet. Weitere Versuche mit Verwendung der Zehe folgen später.

3. Tasten mit den Zähnen. Um Erfahrungseinflüsse spezieller Art in ganz radikaler Weise auszuschalten, habe ich noch Versuche durchgeführt, bei denen mit den Zähnen zu tasten war. Wer hätte jemals beim Betasten von Papieren seine Zuflucht zu den Zähnen genommen? Ein einseitig zugespitzter Holzstab von etwa 12 cm Länge wird mit den Zähnen gehalten, mit ihm wird getastet. Um das Halten zu erleichtern ist der Stab am anderen Ende mit einer Masse versehen, wie sie von Zahnärzten zur Herstellung von Zahnabdrücken Verwendung findet, in diese beisst die Vp. hinein, wodurch Verschiebungen des Stabes beim Tasten verhindert werden. Die 14 Papiere werden der mit geschlossenen Augen tastenden Vp. wie im Grundversuch vorgelegt. Die Anordnung ist so getroffen, daſs der Kopf nicht gezwungen ist, in eine zu unbequeme Lage zu gehen. Ich selbst habe in unwissentlichen Versuchen 10 richtige Urteile abgegeben, dreimal konnte ich keinen Unterschied erkennen. Dasselbe Verhältnis von richtigen zu falschen Fällen ergab sich bei meiner Frau, aber die falschen Fälle lagen an anderen Stellen der Serie. Ähnliche Ergebnisse werden bei noch anderen Beobachtern erzielt. Die Urteile stützen sich bei manchen Papieren auf Unterschiede des Widerstandserlebnisses bei der Bewegung des Kopfes, in weitaus den meisten Fällen aber, zumal wo die Differenzen kleiner sind, auf Unterschiede der ausgelösten Vibrationsempfindungen, welche in die Zähne lokalisiert werden. Die Vibrationen rühren wie bei den obigen Versuchen (S. 107) von der Reibung der Holzspitze auf den Papieren her, sie pflanzen sich durch den Stab auf die Zähne fort. Das Ergebnis der Versuche bestätigt die Bedeutungslosigkeit der Erfahrung für die Unterscheidung der Vibrationsempfindungen, auf die sich das Urteil über Rauhigkeitsgrade stützt. Wie in den oben geschilderten Versuchen mit dem Holzstab so wird auch hier das Material nicht in eindeutiger Weise erkannt. Man könnte sich vorstellen, daſs es sich um Papier handelt, es könnte aber auch anderes Material sein. Es darf nicht verschwiegen werden,

dafs die letzten Versuche eine nicht ausschaltbare Fehlerquelle enthalten. Die Geräusche, die beim Reiben zwischen Holzstab und Tastfläche entstehen, pflanzen sich durch Knochenleitung zu den Ohren fort und werden als solche wahrgenommen. Ausschalten lassen sie sich nicht, Verstopfen der Ohren hilft natürlich nicht, im Gegenteil, es hat zur Folge, dafs die Geräusche sich noch stärker bemerkbar machen. Die Geräusche sind bei manchen Papieren ganz aufserordentlich, bei anderen weniger verschieden, und man könnte sich vornehmen, die Papiere auf Grund der entstehenden Geräusche zu ordnen. Die Aufgabe, die der Vp. gestellt ist, lenkt sie aber auf die Vibrationsempfindungen selbst und läfst sie deren Unterschiede ihrem Urteil über Rauhigkeitsgrade zugrunde legen. Es mufs allerdings dahingestellt bleiben, ob nicht hier und da der Geräuschcharakter das Urteil über Rauhigkeit beeinflufst hat. Eine theoretisch wertvolle Feststellung habe ich übrigens der namhaft gemachten Fehlerquelle zu danken. Wenn die Finger den Stab halten und damit über die glattesten Papiere tasten, so entstehen durch die Reibung Geräusche, die so schwach sind, dafs sie das genäherte Ohr gerade noch zu hören vermag, hält man aber den Stab mit den Zähnen, so hört man jene Geräusche infolge Knochenleitung sehr viel lauter und mit viel stärkerem Hervortreten ihrer unterschiedlichen Charaktere. Die Fehlerquelle wird damit zu einem Mittel, Vibrationen zu diagnostizieren, die zur Stützung eines wichtigen Teiles unserer Theorie der Tastleistungen Verwendung finden werden.

§ 27. Der eigne Körper als Tastobjekt.

Es mögen hier einige Betrachtungen eingeschaltet werden über den Fall, wo an Stelle eines Fremdkörpers ein Teil des eigenen Körpers zum Tastobjekt gemacht wird. Die gegenseitige Wahrnehmung zweier mit den gleichen Sinnesorganen ausgestatteten Leibesteile ist ja ein Unikum, es gibt nicht seinesgleichen aufserhalb des Hautsinns. Ganz mit Recht vermutet E. H. Weber in diesen Erlebnissen ein wichtiges Motiv für die Beseelung der unbelebten Natur mit ursächlich wirkenden Kräften. „Wo haben wir in einem anderen unserer Sinnesorgane ein ähnliches Vermögen . . . uns des ursächlichen Zu-

sammenhangs bewufst zu werden, als hier, wo wir uns bewufst werden, der Anstrengung des Willens, wodurch unsere eine Hand von uns selbst gegen die andere Hand gedrückt wird" (a. a. O. S. 93). Wir wollen einiges aus der bunten Vielgestaltigkeit dieser Tasteindrücke beschreibend herausheben. Zunächst sei noch einmal an die bereits angeführte Erfahrung Webers erinnert, dafs der bewegte Körperteil den ruhenden als Objekt fühlt; in unserer Terminologie heifst das, dafs der objektive Pol im Eindruck, den das bewegte Organ erhält, prävaliert. Im Eindruck, den das ruhende Tastorgan empfängt, herrscht durchaus der subjektive Pol vor. Die Betonung des einen oder anderen Pols an jedem der zwei Tasterlebnisse ist unabhängig davon, welche Akzentuierung jedes als Ganzes durch unsere innere Einstellung erhält. Es kann bei völlig neutralem Verhalten das Tasterlebnis mit dem Akzent auf dem objektiven Pol im Tastzweiklang vorherrschen, während das Tasterlebnis mit dem ausgeprägten subjektiven Pol den Hintergrund abgibt, es kann aber dieses Verhältnis bei anderer Wahl der Taststellen in sein Gegenteil verkehrt werden. Wir wollen uns auf die Fälle beschränken, die im alltäglichen Lebem am häufigsten vertreten sind, dafs das eine Tastorgan die bewegte Hand ist und dafs die Stelle des Körpers variiert wird, welche ihr gegenübertritt. Es sei im folgenden auch ein neutrales, ungezwungenes Verhalten der Aufmerksamkeit vorausgesetzt. Betaste ich mit dem Finger den Rand der von den Zähnen festgeklemmten Zunge, so erscheint die Zunge als Objekt, aber wir sind völlig beherrscht von dem Berührungserlebnis der Zunge, ja bei sanftem Tasten mufs man sich Mühe geben, um das Tasterlebnis am Finger im Gesamtphänomen zu erkennen. Fährt man sich mit den Fingern über die Haare des Kopfes, so herrscht das Tastobjekt „Haar" im Tastzweiklang absolut vor, während das diffuse Berührungserlebnis am Kopf ganz im Hintergrund steht. Ich habe hier extreme Fälle herausgegriffen, Berührung von anderen Körperteilen mit der Hand erzeugt Tastkomplexionen, in denen die beiden in sie eingehenden Eindrücke nach den namhaft gemachten beiden Richtungen eine Mittelstellung einnehmen. Der Einflufs der Aufmerksamkeit ist auffällig stark, er kann das Verhältnis des Bewufstseinswertes der beiden die Komplexion

bildenden Eindrücke wesentlich gegeneinander verschieben. Man kann auch durch die Aufmerksamkeit beide Tasterlebnisse deutlicher machen und sie so gleich betont nebeneinander stehen lassen, wie man das mit den Tönen eines Zweiklangs tun kann. Diese Gruppierung gelingt, einige Übung vorausgesetzt, in den Fällen am besten, wo beide Tasterlebnisse die gröfsten Gegensätze in ihrem polaren Aufbau aufweisen. Ich habe gefunden, dafs man die gröfsten Schwierigkeiten bei dem Versuch der Zergliederung derjenigen Doppelteindrücke hat, die vorliegen, wenn die Finger der einen Hand die gleichen Finger der anderen betasten, oder wenn die Finger einer Hand sich durch Gegenüberstellung gegenseitig betasten. In solchem Fall zu sagen, welcher Finger für welchen Tastobjekt ist, ist wirklich nicht leicht, die Einheitlichkeit des Tastkomplexes ist auf die Spitze getrieben. Dieser Tastkomplex hat für gewisse Leistungen der tastenden Hand einige Bedeutung, auf die wir unten (§ 31) zu sprechen kommen. Hat in den zuletzt angeführten Fällen ein Finger einen Überzug von Kollodium oder Leukoplast, so wird er in ausgesprochener Weise zum Tastobjekt.

§ 28. Versuche mit umgestimmtem Tastorgan.

1. Umstimmung durch Frottage. Durch eine sehr starke dauernde Inanspruchnahme kann man ein Sinnesorgan ermüden, die Ermüdung zeigt sich u. a. daran, dafs auf Reize in anderer Weise als früher reagiert wird. Die Sinne ermüden verschieden schnell, sehr schnell der Geruch, am langsamsten und wenigsten das Ohr, aber auch dessen Ermüdbarkeit ist methodisch einwandfrei nachweisbar. Wir haben früher bereits die Frage der Ermüdbarkeit des Tastsinns berührt, wobei wir uns von der Notwendigkeit einer Scheidung der Ermüdung gegenüber bewegtem und unbewegtem Reiz überzeugten. Dem Begriff der Ermüdung ist der der Umstimmung überzuordnen, es gibt Umstimmungen, die nicht als Ermüdung anzusprechen sind. Längeres Tragen eines Handschuhs wirkt, wie bereits gesagt, umstimmend aber nicht ermüdend. Einige wenige systematische Versuche über die Umstimmung der Tastorgane sollen hier besprochen werden.

Ein Mittel, dafs von mir zur Umstimmung des Fingers

und zwar im Sinne der Ermüdung in Anwendung gebracht wurde, bestand in Frottage. Sehr geeignet erwies sich hierfür z. B. sog. Wellpappe, an welcher der umzustimmende Finger energisch hin- und hergerieben wurde. Je nach der Dauer der Reibung und dem dabei ausgeübten Druck kann man den Finger verschieden stark ermüden. Man kann die Frottage soweit treiben, dafs man weder Unterschiede von Materialien noch ihrer Modifikationen zu erkennen vermag, die Ermüdung hat dann also eine Reduktion zweiten Grades bewirkt. Bei leichtesten Graden der Frottage erscheinen dem Finger zwar alle betasteten Flächen verändert, aber die Unterscheidungsfähigkeit selbst erweist sich davon noch kaum berührt. Messende Versuche sind nicht leicht in exakter Weise durchzuführen, weil der Ermüdungsgrad sich selbst bei hochgradiger Frottage in kurzer Zeit ändert. Die schnelle Erholung von der Frottage dürfte auf die mit ihr einhergehende künstliche Hyperämie des Fingers zurückzuführen sein.

In einem ersten Versuch habe ich den Ballen meines Zeigefingers etwa 2 Minuten lang auf Wellpappe gerieben, dann mufste ich aufhören, weil der Ballen schmerzhaft heifs wurde. Berühre ich nun mit dem Finger einen Gegenstand, so spüre ich an der Berührungsstelle gar nichts, der Ballen hat seine Empfindlichkeit verloren; drücke ich stärker, so merke ich das nur an Spannungen in den Gelenken des Fingers. Lasse ich den Finger ruhen, so kann ich fühlen, wie die Empfindlichkeit zurückkehrt, das Starre weicht, es stellt sich die Tastempfindung wieder ein. Ich bringe den Finger erneut durch Reiben um seine Empfindlichkeit und bewege ihn nun über die verschiedensten Tastflächen. Das ist dann ungefähr so, als ob ich mit dem mit einem dicken Wolltuch umwickelten Finger über sie hinweg-ginge, es wird nicht der geringste Unterschied empfunden. Fahre ich aber mit dem Tasten über dieselbe Fläche längere Zeit fort, so dafs sich der Finger erholt, so wird der Tasteindruck immer voller und bestimmter. Ich habe noch mit Vp. L. einige Versuche dieser Art durchgeführt. Nach etwa 30 sek. Frottage sollte sie wie im Grundversuch jedesmal 2 Papiere der Serie miteinander vergleichen, und zwar erhielt sie hier die Instruktion den Vergleich schnell auszuführen, damit sich die Umstimmung möglichst wenig änderte. Es

konnten die Papiere 1—6 nicht mehr voneinander unterschieden werden, 1 wurde von den Papieren 7—14 unterschieden, 7—13 schienen ungefähr gleich, wurden aber alle von 14 unterschieden. Zur Illustrierung des Verfahrens mit Frottage mögen diese Versuche genügen.

2. Umstimmung durch Abkühlung. So wie durch Frottage kann man auch durch Abkühlung des Tastorgans — man kann in diesem Falle nicht von Ermüdung sprechen — jede beliebige Stufe der Reduktion erzielen. Die Vp. hat ihre Hand in Schnee zu halten, bis eine sehr starke, bereits höchst schmerzhafte Abkühlung eingetreten ist. Vor der Ausführung der Tastbewegung werden die Finger schnell mit einem Tuch getrocknet. Ich habe bei diesen Versuchen jedes Papier der Serie für sich beurteilen lassen. Nach jedem Urteil wird die Hand erneut in den Schnee gesteckt, um die schnell weichende Abkühlung wieder auf ihren früheren Stand zu bringen. Vp. L. gibt bei sehr starker Abkühlung bei den meisten Papieren an: „Ich gleite über etwas hinweg, was nicht allzuviel Widerstand bietet, kann aber nicht sagen, was es ist.“ Es sind also alle Unterschiede zwischen den Papieren verschwunden, und auch das Material selbst wird nicht mehr erkannt. Etwas speziellere Aussagen werden bei geringeren Graden der Abkühlung möglich, ich teile sie hier mit: 1. Sehr glatt. 2. Sehr glatt. 3. Sehr glatt. 4. Glatt. 5. Glatt, nicht zum Schreiben. 6. Rauher als 5. 7. Glatte Oberfläche. 8. Etwas rauhere Fläche. 9. Nicht so glatt wie 7. 10. Glattes Zeichenpapier. 11. Glattes Zeichenpapier. 12. Faseriger Papiereindruck. 13. Wie 12. 14. Rauh, kleine Fasern. Aus einem Vergleich mit den im Grundversuch erhaltenen Angaben erhellt das Maſs der eingetretenen reduzierenden Wirkung. In den Urteilen der Vp. macht sich eine ganz ausgesprochene Neigung geltend, die Papiere als glatter zu beurteilen. Diese Tendenz, die auch nicht mit der Annahme harmoniert, daſs der Glattheitseindruck ausschlieſslich von dem Kraftaufwand bei der aktiven Bewegung abhängt — daſs der Reibungskoeffizient Haut-Tastfläche sich mit abgekühlter Haut vermindere, ist kaum plausibel zu machen, eher gilt infolge der nicht ganz zu beseitigenden Feuchtigkeit des Schneewassers das Gegenteil — tritt auch bei Vp. K. hervor, deren Angaben für den Fall eines mittleren Abkühlungs-

grades noch angeführt seien. 1. Sehr glatt. 2. Sehr glatt. 3. Glanzpapier. 4. Sehr glatt. 5. Mittelrauh, etwas holzig. 6. Mittelrauh. Tuch? 7. Aufserordentlich glattes Schreibpapier. 8. Mittelglatt. 9. Rauh, tuchartig. 10. Rauh, tuchartig. 11. Rauh, Stoffpapier? 12. Sehr rauh, tuchartig. 13. Sehr rauh, ganz grobe Pappe. 14. Sehr grob und holzig. Auch ein Vergleich dieser Beurteilungen mit den im Grundversuch erhaltenen läfst das Mafs der durch die Abkühlung erzielten Reduktion hervortreten. Die Täuschung, es mit Papieren gröfserer Glätte zu tun zu haben, erklärt sich sehr wahrscheinlich daraus, dafs die Empfindlichkeit der Sinnesorgane für Vibrationen infolge der Abkühlung herabgesetzt wird.[1]

Teil II.

Versuche mit Spezifikationen von Oberflächentastungen.

§ 29. Die Erkennungszeiten für Spezifikationen von Oberflächentastungen.

1. Das Tastmaterial. Sind bei den vorhergehenden Versuchen ausschliefslich Papiere zur Verwendung gekommen, so haben wir es in diesem Teil der Arbeit mit einer grofsen Mannigfaltigkeit verschiedenartigster Tastmaterialien zu tun. Diejenigen, mit denen regelmäfsig experimentiert worden ist, seien zunächst alle angeführt. 1. Gemustertes grobes Leinen. 2. Feines ungestärktes Leinen. 3. Gestärktes Leinen. 4. Steifleinen. 5. Samt. 6. Manchester. 7. Grobes Sandpapier. 8. Feines Sandpapier. 9. Gemustertes Papier. 10. Löschpapier. 11. Schreibpapier. 12. Zinnfolie, auf Pappe aufgeklebt. 13. Glattes Aluminiumblech. 14. Rauhes Eisenblech. 15. Glas. 16. Mittelrauhes Eichenholz. 17. Rauhes Tannenholz. 18. Glattes Tannenholz. 19. Cheviot. 20. Wolltuch. 21. Frotté. 22. Plüsch. 23. Watte. 24. Crêpe de chine. 25. Atlasband. 26. Filz. 27. Voile, aufgezogen. 28. Wachstuch. 29. Kaninchenfell. 30. Hartes, rauhes Leder. 31. Glattes Leder. 32. Juchtenleder. 33. Glacéleder. 34. Kaliko. 35. Holzpappe. 36. Rips.

---

[1] R. Allers u. F. Halpern fanden, dafs die Tastschwelle bei einer Hauttemperatur von 36—38° am niedrigsten liegt und dafs eine weitere Erwärmung der Haut die Tastschwelle erhöht. Die Beeinflussung der Tastschwelle durch die Hauttemperatur. *Pflügers Archiv* **193**, 1922.

37. Grobes Packpapier. 38. Gewellte Pappe. 29. Flanell. 40. Seide.

Eine eingehendere Schilderung der Eigenschaften dieser Tastmaterialien würde zu weit führen, ist auch für das Verständnis der Versuche nicht unbedingt nötig. Nicht bei jedem im folgenden geschilderten Experiment haben immer alle Tastmaterialien Verwendung gefunden. Nahezu alle Tastflächen waren auf die Gröfse 15 : 15 cm gebracht worden. Auch wo es nicht ausdrücklich bemerkt wird, sind Materialien, die wie Cheviot, Tuch, Frotté, Plüsch, Watte ... sich leicht verschieben, auf einem festen Grund von dicker Pappe aufgezogen worden.

2. Versuchsanordnung. Zur Messung der Erkennungszeiten der Materialien sowie zur Aufklärung der Erkennungsvorgänge selbst diente folgende Versuchsanordnung. An einer einfachen Wage, einer sog. Tafelwage, wie sie vielfach im Haushalt Verwendung findet, liefs ich vom Mechaniker eine Kontaktvorrichtung anbringen, die so eingestellt werden konnte, dafs ein durch sie hindurchgehender Strom bei der geringsten Entfernung der Wagschalen aus einer bestimmten Ruhelage eine Unterbrechung erfuhr. Die eine Wagschale (a) diente zur Aufnahme der Tastflächen, die andere (b) wurde so stark belastet, dafs das Gewicht der Tastflächen ein wenig überkompensiert wurde und bei der so erzielten Ruhelage der Wage zunächst ein guter für den Strom passierbarer Kontakt bestand. Da die Wage bereits bei einer einseitigen Mehrbelastung von 2 g einen deutlichen Ausschlag ergab, so liefsen wir das Übergewicht auf b im allgemeinen bei den Versuchen nur 30 g betragen, also ein Gewicht, das durch einen kleinen Druck des Tastorgans auf die auf a liegende Tastfläche überwunden werden konnte. Die Entfernung der Wage aus der Ruhelage und als Folge davon eine Öffnung des Stromes an der Kontaktvorrichtung fand von seiten der Vp. in dem Augenblick statt, wo sie mit der Hand auf die Tastfläche einen schwachen, das Übergewicht von 30 g überwindenden Druck ausübte. Damit die Hand beim Tasten mit der Tastfläche in Berührung blieb und diese sich der Hand nicht entziehen konnte, war durch eine Stellschraube dafür gesorgt, dafs sich die Wagschale a im ganzen nur um etwa 2 mm aus der eingestellten Ruhelage nach unten bewegen konnte. Der Unter-

arm der Vp. ruhte bequem auf einer mit Tuch überzogenen Unterlage, die Hand ragte vor der tastenden Bewegung oberhalb der Tastfläche in die Luft und wurde auf Aufforderung gesenkt. Die Tastflächen waren den Blicken der Vp. entzogen, die Ohren wurden wieder verstopft. Der Strom, der durch die Kontaktvorrichtung der Wage flofs, ging nicht direkt durch das HIPPsche Chronoskop, sondern durch das CATELLsche Relais, von dem aus das Zeigerwerk der Uhr in der bekannten Weise in Gang gebracht wurde. Die Uhr sollte ununterbrochen von dem Augenblick ab laufen, wo der Strom am Kontakt zum erstenmal unterbrochen wurde. Das liefs sich ohne Einschaltung eines Relais nicht erreichen, da am Kontakt infolge des etwas federnden Ganges der Wage immer noch vorübergehend Stromschliefsungen erfolgten. Die Uhr lief nun so lange, bis die Vp. den Strom durch Reagieren am Lippenschlüssel wieder schlofs. Es wurde also die Zeit gemessen, die vom Berühren der Tastfläche bis zur Reaktion der Vp. verstrich.

Es werden zunächst 3 Arten von Reaktionszeiten ermittelt. 1. Sobald die Vp. mit dem Zeigefinger der rechten Hand die Tastfläche berührt und niedergedrückt hat (beides erfolgt nahezu in demselben Zeitpunkt), soll sie reagieren, ohne Rücksicht darauf, ob sie über die Eigenschaften der Tastfläche noch irgendwelche Angaben machen kann oder nicht. Wir erhalten hier die Zeit für die einfache Tastreaktion. 2. Getastet wird wieder mit dem Zeigefinger der rechten Hand, reagiert werden soll aber erst, nachdem die Tastfläche ihrer Besonderheit nach erkannt worden ist. Die Art der Tastbewegungen ist der Vp. ganz überlassen. Vp. wird dahin instruiert, dafs ihre Aussage um so höher bewertet wird, je spezieller sie ist. Sie wird also bestrebt sein, ihre Aussagen möglichst vielsagend zu gestalten und sich nur mit einer allgemeinen Angabe begnügen, wenn es ihr aussichtslos erscheint, zu einer spezielleren zu kommen. Da die Vp. naturgemäfs den Wunsch hatte, nicht zu lange Erkennungszeiten zu liefern, so mufste sie in jedem Fall eine Art Kompromifs schliefsen zwischen der Tendenz möglichst schnell und der anderen möglichst aufschlufsreich zu reagieren. 3. Getastet wird mit allen Fingern der rechten Hand, im übrigen lautet die Instruktion ganz wie bei 2. Wir ermitteln in den Fällen 2 und 3 Tasterkennungszeiten, der

Vergleich zwischen 2 und 3 gibt uns einen gewissen Aufschlufs über die Differenz der Leistungen eines Fingers und der ganzen Hand. Die Versuche sind mit 27 Tastflächen zur Durchführung gebracht worden. Da sich bei den Versuchen über einfache Tastreaktion, wie zu erwarten war, für die verschiedenen Tastflächen annähernd gleich grofse Zeitwerte ergaben, so wurden hier alle Tastflächen nur einmal dargeboten und aus den einzelnen Reaktionszeiten ein Mittelwert berechnet. In den Versuchen 2 und 3 wurden alle Tastflächen je zweimal vorgeführt; um die Übung beiden Konstellationen in ungefähr gleichem Grade zukommen zu lassen, wurden abwechselnd immer 9 Versuche der einen und der anderen Art durchgeführt. Bei den Versuchen 2 und 3 wurde eine absolute Beurteilung der einzelnen Tastflächen gefordert und nicht wie im Grundversuch mit den Papieren ein Vergleich zwischen je zwei Tastflächen.

3. Vorbemerkungen zur Interpretation der Ergebnisse. Es wurde mir bei Inangriffnahme der Versuche sehr bald klar, dafs eine befriedigende Interpretation der Ergebnisse nicht möglich sein würde, ohne dafs man selbst zunächst einmal in der Lage der Vp. gewesen wäre. Ich liefs mir darum die 27 Tastflächen bei geschlossenen Augen und verstopften Ohren in undurchsichtiger Reihenfolge durch einen Gehilfen vorlegen. Zeitmessungen fanden nicht statt, es kam mir nur darauf an, in den Vorgang des Erkennens von spezifischen Oberflächentastungen selbst einzudringen. Nach meinen Beobachtungen kann man nun folgende Arten des Erkennungsvorgangs unterscheiden: 1. Es ist sofort ein Urteil über die Tastfläche möglich, ohne dafs man sich irgendwelcher isolierter empfindungsmäfsiger oder vorstellungsartiger Zwischenglieder bewufst geworden wäre. So wie man in der Regel auf den ersten Blick einem Material ansieht, ob es sich um Holz, Papier, Glas usw. handelt, so glaubt man auch unmittelbar das Holz, Papier, Glas usw. zu ertasten. Hat sich das sichere Urteil eingestellt, so dient eine Fortsetzung der Tastbewegungen nur noch einer wiederholten Bestätigung. 2. Man hat sofort ein sicheres Urteil darüber, ob eine Fläche hart oder weich, rauh oder glatt, elastisch oder spröde ist, aber das Material bleibt zunächst unerkannt. Bei weiter fortgeführtem Tasten,

das von dem Vorsatz beherrscht wird, auch noch zum Material vorzudringen, kann sich nun die Erkennung tatsächlich einstellen, und zwar ähnlich wie bei 1, ohne dafs weitere, das Urteil bedingende Zwischenglieder mit Bestimmtheit festgestellt werden könnten. Es wäre nicht berechtigt, hier schon von einem Schlufsverfahren zu sprechen, das zur Erkennung führt. Das darf erst geschehen in Fall 3. Es möge gestärktes Leinen vorliegen. Ich betaste es und sage mir dabei: Es fühlt sich wie Holz an, ist aber dafür eigentlich zu regelmäfsig gebaut. Es wird wohl ein harter Webstoff, also wohl Leinen sein. In Fällen dieser Art spielen nun zweifellos intellektuelle Prozesse eine entscheidende Rolle, es erfolgt wirklich eine Verwertung meines Wissens um Eigenschaften von Tastflächen in mehr oder weniger verwickelten Schlufsverfahren. — Wenn ich bei diesen Versuchen alle 27 Tastflächen bis auf eine schliefslich richtig erkannt habe, so war das natürlich mit dadurch bedingt, dafs ich mit allen Tastflächen schon viel hantiert hatte, in vielen Fällen bestand darum meine Leistung nur in einem Wiedererkennen. Sehr beachtenswert ist die bei tatonnierenden Versuchen (Vp. HORNTHAL) festgestellte Tatsache, dafs die Zahl der richtigen Fälle sofort stark zunimmt, wenn man der Vp. die Tastflächen vor dem blind erfolgenden Tasten einmal in ihrer Gesamtheit für kurze Zeit zeigt (27 Tastflächen für einige sec). Als Sehende üben wir die unmittelbare Assoziation einer sprachlichen Bezeichnung mit einem Tasteindruck nur wenig, so dafs auch die Reproduktion der Bezeichnung durch den Tasteindruck nur schwer erfolgt. Sie wird beträchtlich erleichtert, wenn sich die Vp. durch einen flüchtigen Überblick darüber orientieren darf, was an Tastflächen vorkommen kann. Die sprachlichen Bezeichnungen werden dabei in Bereitschaft gesetzt und werden dann — vermutlich auf dem Weg über die visuellen Vorstellungen der Flächen — durch die einzelnen Tasteindrücke leichter reproduziert. Wenn auch die im folgenden herangezogenen Vpn. den Tastflächen in anderer Weise gegenübertreten als ich, der ich beständig mit ihnen umgegangen war, so ist es doch durch ihre Aussagen sichergestellt, dafs die 3 oben unterschiedenen Fälle des Erkennungsvorgangs auch bei ihnen vorgekommen sind.

4. Die erhaltenen Zahlenwerte. Als Beobachter

dienten Herr stud. phil. HORNEY (H.), Frl. stud. phil. BOCKMANN (B.) und Frl. SCHOER (S.). Es wurden die in der folgenden Tabelle zusammengestellten Zahlenwerte, ausgedrückt in $^{1}/_{1000}$ sec, als durchschnittliche Reaktionszeiten erhalten. Die Relaiszeit ist in Abzug gebracht.

	1. Einfache Reaktion	2. Erkennung (1 Finger)	3. Erkennung (5 Finger)
Vp. H.	215	5090	4788
„ B.	315	5982	5679
„ S.	371	3859	3143

Von einer Diskussion der individuellen Differenzen sehe ich ab. In den Durchschnittswerten stecken sowohl die Zeiten der richtigen oder der dafür gelten könnenden Erkennungen wie auch die Zeiten, die verfließen, bis die Vp. die Bemühungen um eine ihr angemessen erscheinende Charakterisierung aufgibt.[1] Was unter einer richtigen und unter einer ihr äquivalenten Charakterisierung der Tastflächen zu verstehen ist, davon soll alsbald die Rede sein. Die Erkennungszeiten weisen für die einzelnen Tastflächen außerordentlich große Verschiedenheiten auf. So stieg, um für Vp. H. die extremen Werte für den Fall 3 anzuführen, die Erkennungszeit von dem Wert 656 für Glas auf den Wert 11 990, also fast auf das 20fache, für gestärktes Leinen. Es ist natürlich nicht unbedenklich, derartig differente Werte durch einen Mittelwert zu veranschaulichen, aber andererseits war doch nicht daran zu denken, das gesamte Zahlenmaterial in extenso mitzuteilen. Die einzelnen Werte der einfachen Reaktionszeiten zeigen, wie zu erwarten war, eine weit größere Übereinstimmung. Was die in der Tabelle angeführten Werte angeht, so decken sie sich ungefähr mit den Zeiten für einfache Tastreaktionen, die sonst in der Literatur angeführt werden. Die Abweichung erklärt sich in einfacher Weise aus der Verschiedenheit der Anordnung hier, wo der Finger den Tastreiz suchte, und bei früheren Anordnungen, wo der Tastreiz den unbewegten Finger traf. Die Differenz zwischen der ersten und der zweiten Zahlenreihe zeigt, wieviel mehr Zeit alle Beobachter aufwenden müssen,

[1] Ich habe die Einbeziehung dieser Zeiten bei der Mittelbildung für statthaft gehalten, weil auch sie für den Schwierigkeitsgrad der Leistung charakteristisch sind.

wenn an die Stelle der einfachen Reaktion die Bemühung um eine Erkennung der Tastflächen tritt. Ehe wir darauf eingehen, die Stufen des Erfolgs jener Bemühung zu schildern, möge uns kurz die Differenz der Zahlen in der zweiten und dritten Reihe beschäftigen.

Es zeigt sich ein deutlicher Unterschied in den Erkennungszeiten zugunsten des Tastens mit allen 5 Fingern, die Differenzen betragen 0,302 (H.), 0,303 (B.), 0,716 sec (S.). Die Überlegenheit des tastenden Fingerverbandes gegenüber dem einzelnen Finger tritt mehr noch als in dieser gewiſs nicht zu übersehenden Zahlendifferenz in der Zunahme der richtigen Fälle um etwa 25 % beim Übergang zum 5-Fingertasten hervor. Schon früher wurde angedeutet, daſs die 5 Finger der Hand als ein einheitliches Tastorgan aufzufassen sind, und spätere Versuche werden noch näher das „Wie“ der Zusammenarbeit zeigen. „Gewöhnlich betasten wir gröſsere Gegenstände, wenn wir uns im Dunkeln zurechtfinden wollen, mit 5 oder 10 Fingerspitzen gleichzeitig. Wir bekommen dann 5- bis 10 mal soviel Nachrichten in gleicher Zeit als mit einem Finger.“ [1] In diesen Worten von Helmholtz, die übrigens nicht nur für das Tasten im Dunkeln Geltung haben, wird die Auffassung zum Ausdruck gebracht, daſs man sogar die Finger beider Hände als eine Tasteinheit betrachten dürfe. Nach meinen Erfahrungen ist das durchaus zutreffend, wo wir uns einer stereognostischen Aufgabe gegenübersehen, und für Blinde gilt das ganz besonders. Ist nur eine Oberfläche zu betasten, so begnügen wir uns in der Regel mit dem Fünffingerverband der einzelnen Hand. Die Formulierung von Helmholtz redet der Deutung das Wort, als läge beim Arbeiten mit 5 Fingern nur eine Art arithmetischer Summierung der Leistungen der 5 Einzelfinger vor. Aber so verhält es sich eigentlich nicht. Das Erlebnis, das aus der zentralen Verarbeitung jener Summe von Einzeleindrücken hervorgeht, bedeutet auch qualitativ vielfach etwas Neues gegenüber dem Eindruck des einzelnen Fingers. Schon die Zunahme der richtigen Urteile spricht für diese Auffassung.

---

[1] H. v. Helmholtz, Die Tatsachen in der Wahrnehmung. Berlin 1879. S. 19.

5. Stufen der Verifikation der Tastwahrnehmung. Wann soll ein Urteil unserer Vpn. über Tastflächen als richtig oder zutreffend, wann als falsch oder fehlgehend bezeichnet werden? Wir haben auf diese Frage, die wir bereits beim Grundversuch und seinen Variationen gestreift haben, ohne uns in sie zu versenken, hier ausführlicher einzugehen, da sie bei den Spezifikationen in voller Zugespitztheit auftritt. In meiner Amputiertenarbeit wurde schon ein Ansatz zur Lösung der Frage gebildet, welche dort die praktische Psychologie an uns richtete. „Würde man jede auf taktiler Wahrnehmung beruhende objektiv nicht richtige Beurteilung, z. B. die bei optischer Wahrnehmung kaum mögliche Beurteilung von Holz als Leinen, als einen falschen Fall ansehen, so würde man entschieden zu rigoros verfahren. Es gibt nämlich Tastflächen, die taktil völlig oder nahezu äquivalent sind, visuell aber auf das leichteste unterschieden werden. Wir müssen also bei der Entscheidung über Richtigkeit und Falschheit der Beurteilung von Tastflächen immanente Kritik üben" (Amputiertenarbeit S. 69). Zwei Tastflächen werden dann als tastäquivalent bezeichnet und das Urteil, es handle sich bei ihnen um dasselbe Material, als richtig angesehen, wenn sie unter günstigsten subjektiven Bedingungen nicht mehr unterschieden werden können. Wenn bei geschicktesten Tastbewegungen und denkbar bester Disposition der Aufmerksamkeit ein Unterschied nicht mehr erkennbar ist, dann ist eben die Grenze der Leistung der immanenten Kritik erreicht. Eine Korrektur des Urteils kann dann nur noch in der Weise erfolgen, daſs andere durch die Tastflächen herbeigeführte Wahrnehmungen zu Hilfe gerufen werden, welche Differenzen zutage treten lassen, aber wohlgemerkt: Die Tastphänomene selbst werden hierdurch nicht tangiert, die Kritik, die einsetzt, ist transeunt, wenn wir uns einmal der Kürze wegen dieses Ausdrucks bedienen dürfen. Bei transeunter Kritik lassen sich nun verschiedene Stufen der Verifikation des Urteils über Tastphänomene unterscheiden. Wo uns Zweifel über die Zuverlässigkeit des Tastsinnes kommen, werden wir als Sehende zunächst den Gesichtssinn zu Rate ziehen. In den meisten Fällen werden wir noch unter günstigsten optischen Bedingungen Tastflächen auseinander halten können,

die dem Tastsinn äquivalent erscheinen.[1] Leinen und Holz wird das Auge nicht so leicht verwechseln. Verbieten die ungünstigen Beleuchtungsverhältnisse eine optische Kontrolle, so kann ich andere Kontrollmittel in Anwendung bringen. Ich versuche, mit dem Fingernagel in das Material einzudringen, um seinen Härtegrad zu bestimmen oder erprobe seine Elastizitätsverhältnisse durch Muskelkraft. Die neuen Wahrnehmungen können zu einer Verifizierung oder Desavouierung der früheren Urteile führen. Auch die Geräusche, die bei Beklopfen von Materialien entstehen, können uns zu einer Unterscheidung von Materialien verhelfen, wo die bisher genannten Mittel versagen. (Ausführlicheres hierüber § 45 Anhang.) Mir sind auch schon hier und da Differenzierungen durch den Geruch gelungen, manche Tastflächen unterscheidet die Nase bei hinreichender Annäherung, denen gegenüber die Hand versagt. Führen mich alle diese sinnespsychologischen Maſsnahmen nicht zum Ziel, so bleibt mir nur die Zuflucht zu physikalischen und chemischen Methoden. Ihre Anwendung erfolgt in einer anderen erkenntnistheoretischen Schicht, an die Stelle der anschaulichen Eigenschaftserfassung tritt die durch induktive Schluſsformen vermittelte. Wie weit die Induktion getrieben werden kann, bestimmt sich nach dem jeweiligen Stand der physikalisch-chemischen Forschung.

In der Regel verlassen wir uns mehr auf das Auge als auf den Tastsinn und dementsprechend ist das Optische bei auftauchendem Zweifel das nächste Mittel zur Verifikation. Bei ungünstigen Beleuchtungsverhältnissen, in der Dämmerung, wird vielfach der umgekehrte Weg beschritten. Imitierungen von edlen Materialien durch unedle (Marmor, Stein, Metall ersetzt durch Holz, Stuck, Papiermasse) hilft der Tastsinn entlarven. Auch beim Einkauf von Geweben wird man immer, wenn es nicht nur auf die Farbe ankommt, den Rekurs vom Optischen aufs Taktile vornehmen, um sicherer zu gehen.

6. Die qualitativen Ergebnisse der Versuche. Bei der Einschätzung der erhaltenen Tastleistungen darf man nie aus dem Auge verlieren, daſs es sich um qualitative Beurteilungen handelt. Legt man die Tastflächen paarweise vor,

---

[1] Das Umgekehrte kommt aber, wie schon früher erwähnt, auch vor.

so läfst sich fast jede Fläche von jeder anderen unterscheiden. Berücksichtigt man dieses vom Grundversuch abweichende Verfahren nicht, so kann man leicht die jetzt zu besprechenden Leistungen unterschätzen. Es gibt Tastflächen, die von allen Vpn. beim Tasten mit 1 und mit 5 Fingern erkannt wurden, es waren dies Samt, feines Sandpapier, Glas, Fell, Filz und Cheviot. Fast in allen Fällen wurden von den 3 Vpn. erkannt grobes Sandpapier, Wachstuch, rauhes Holz, Schreibpapier, glattes (Aluminium-)Blech und Tuch. Die Sicherheit der Erkennung kann nicht oder nicht in erster Linie bedingt sein durch die Häufigkeit, mit der die aufgeführten Stoffe früher in der Praxis des Lebens getastet worden sind, denn beispielsweise gehören Fell, Sandpapier, rauhes Holz und Filz nicht zu den Stoffen, mit denen uns das Leben täglich in Berührung bringt. Hier ist es wohl die Ungewöhnlichkeit und Eindringlichkeit des Eindrucks, welche ihn unserem Gedächtnis einprägt und zur Erkennung führt. Es gibt Gestaltungen, die so charakteristisch sind, dafs man sie eigentlich nur einmal gehabt haben mufs, um sie nicht wieder zu vergessen. Tuch, Cheviot und Schreibpapier mögen ihre günstige Stellung der Alltäglichkeit und Häufigkeit verdanken, mit der sie auftreten. Anders steht es wieder mit Glas, Blech und Wachstuch, sie rücken nicht nur wegen der spezifischen Gestaltung ihrer Oberfläche in die Reihe der am besten erkennbaren Stoffe, sondern auch wegen des aufdringlichen Temperatureindrucks der Kälte, der ihren Tasteindruck mitbestimmt. Dafs der Temperatureindruck das zu leisten vermag, ergibt sich in einwandfreier Weise aus den Versuchen, über die in Kap. IV berichtet wird. Glas und Blech werden ebenso wie Wachstuch nicht mehr mit Sicherheit durch Tasten erkannt, wenn ihnen künstlich eine Temperatur verliehen wird, die um ein gewisses Mafs über der in ihrer Umgebung herrschenden oder der ihnen für gewöhnlich zukommenden liegt.

Die Versuche haben eine ganze Reihe von Tastäquivalenzen ergeben. Ich nenne hier zunächst solche, die bei allen 3 Vpn. sich ziemlich regelmäfsig wiederholt haben. Es werden identifiziert Zinnfolie mit Wachstuch, gestärktes Leinen mit Pappe oder Papier, Voile mit dünnem Wollstoff, gemustertes grobes Leinen mit Baumwollstoff. Neben diese relativ seltenen Fälle

von Tastäquivalenzen, die sich bei allen Vpn. wiederholen, tritt nun eine äufserst grofse Zahl von Verwechslungen, die sich von Person zu Person oder auch bei der einzelnen Person von Versuch zu Versuch ändern. Ich kann nur einige Proben von diesen Verwechslungen geben. Juchtenleder wurde verwechselt mit Tuch, Gummi und Karton. Atlasband konnte bezeichnet werden als Kaliko, Seidenpapier, glattes Leder, Baumwollstoff, Seidenpapier und Schirting. Löschpapier erschien zeitweilig Leder, Holz und Pappe tastäquivalent. Und eine indirekte Bestätigung dessen, was oben über die Bedeutung von Temperatureindrücken für die Erkennung von Stoffen gesagt worden ist, enthält die letzte Verwechslungsreihe, die ich anführen will: Das rauhe Eisenblech wird zeitweilig angesprochen als Gips, Schiefer und hügeliges Glas, also mit Stoffen verwechselt, die ungefähr denselben Temperatureindruck wie Eisenblech bedingen. Als Versuchsleiter ist man über manche Verwechslung nicht wenig erstaunt, so etwa, wenn Atlasband als glattes Leder, Juchtenleder als Tuch bezeichnet wird. Es ist das Wissen um die totale Verschiedenheit des optischen Eindrucks und der chemisch-physikalischen Artung der verwechselten Stoffe, welche dieses Erstaunen berechtigt erscheinen läfst. Aber die Verwechselung wird einem verständlicher, wenn man sich in die Lage der Vp. bringt und durch einen Gehilfen die Tastflächen vorlegen läfst. Dann konstatiert man, dafs einem ganz ähnliche Verwechslungen unterlaufen können. Es ist eine wichtige Feststellung, dafs die Verschiedenheit des optischen Eindrucks Tasteindrücke in Fällen, wo die Hand allein einen Unterschied nicht bemerkt, in einem Grad verschieden erscheinen lassen kann, dafs man von starken suggestiven Wirkungen der optischen Vorstellungen sprechen mufs. Ich mufs den Leser auch hier wieder bitten, sich das Gesagte durch einige Versuche zu illustrieren.

Die Instruktion gestattet der Versuchsperson nicht die Anwendung der oben aufgezählten Mittel, um transeunte Verifikationen ihres Urteils vorzunehmen und damit Tastäquivalenzen als das zu erkennen, was sie sind. Freigestellt sind ihr nur Art und Ausmafs der Tastbewegungen, aber es ist ihr untersagt, den Fingernagel als Schaber zu benutzen, um sich über Härte und Weichheit des Materials Auskunft zu holen. Die

Vp. kann nur versuchen, durch gesteigerte Konzentration der Aufmerksamkeit und möglichst zweckmäſsige Bewegung des Fingers die Tastflächen zu detaillierter und umfassender Aussage zu bringen. Und die Beobachtung der Finger zeigt, zumal in den schwierigen Fällen, wo die Reaktionszeit auf 10 sec und darüber ansteigt, wie die Vp. bald in nervös hin- und herfahrender Bewegung, bald durch langsames nachdrucksvolles Reiben ihre einzige Chance zur Verbesserung des Urteils auszunützen versucht.

Erfolgt die Erkennung eines Materials als Tuch, Glas, Wachstuch, Leder usw. so, daſs der Tasteindruck selbst den Erkennungsvorgang, der in der Reproduktion der sprachlichen Bezeichnung seinen Abschluſs findet, herbeiführt oder reproduziert der Tasteindruck vielleicht erst die zugehörige optische Vorstellung, welche ihrerseits den Erkennungsvorgang bestimmt? Ich habe die Vpn. nicht hierüber ausgefragt, aus ihren spontanen Angaben ist die soeben aufgeworfene Frage nicht allgemein zu beantworten, aber soviel ist sicher, daſs sich in überaus zahlreichen Fällen sehr deutliche visuelle Vorstellungen eingestellt haben, und es ist wahrscheinlich, daſs diese am Erkennungsvorgang beteiligt gewesen sind. Es ist sogar denkbar, daſs aus irgendeinem Grund aufgetretene, starke optische Bilder hier und da die Vpn. auf eine falsche Spur gebracht und eine nachträgliche Korrektur durch die Tasteindrücke unmöglich gemacht haben. Für visuelle Vorstellungen, die an spezielle individuelle Erfahrungen anknüpfen, sprechen Äuſserungen wie „Buntpapier“, „glänzendes Leder“, „vermutlich schwarzes Wachstuch“, „der Stoff sei vermutlich nicht weiſs“. Wie lebendig die visuellen Vorstellungen werden können, das zeigten mir Tastversuche mit ungebildeten Amputierten — der Bericht hierüber folgt in § 28 —, wo bei geschlossenen Augen kategorisch geurteilt wurde, das Tuch, mit dem eben eine Berührung erfolgt sei, sei rot. Das Komische einer solchen Behauptung kam diesen Vpn. nicht im geringsten zum Bewuſstsein.

7. Versuche mit Variationen der Druckstärke. Gestattete die Tafelwage der Vp., jeden beliebigen Druck auf die Tastflächen auszuüben, so war es der Zweck der folgenden Anordnung, den auf die Tastfläche erfolgenden Druck in be-

liebiger Weise abzustufen, um die Bedeutung der Druckstärke für die Tastleistung zu bestimmen. Es fand eine sehr empfindliche Wage Verwendung, die nach Ausbalanzierung des Gewichts der Tastfläche bereits bei einem Übergewicht von $^1/_{10}$ g einen Ausschlag gab. Die Wagschale, auf welche die Tastflächen gelegt wurden, wurde so geführt, dafs bei Bewegungsfreiheit in der Richtung oben — unten jede seitliche Bewegung ausgeschlossen war. Die Tastfläche konnte also dem tastenden Finger nicht seitlich ausweichen. Ist die Wage ausbalanziert, so gibt die Tastfläche schon bei äufserst schwacher Berührung nach, die dem Finger kaum bemerkbar ist. Je gröfser das Übergewicht ist, das auf die freie Wagschale gelegt wird, um so kräftiger kann die Berührung erfolgen, ohne dafs die Tastfläche nach unten ausweicht. Man kann nun durch Änderung des Übergewichts der Vp. jede beliebige Druckstärke für die Betastung ermöglichen. Die Vp. erhält die Instruktion, mit einem Finger so zu tasten, dafs möglichst dauernd der Kontakt mit der Tastfläche erhalten bleibt, es sollen dadurch stofsweise heftige Tastbewegungen vermieden werden.

Ich gebe das Resultat der Experimente kurz an. Je schwächer der Druck ist, den die Vp. ausüben kann, um so weniger Materialien werden erkannt, Verminderung des Drucks wirkt also reduzierend. Bei niedrigsten Graden des Drucks blieben alle Stoffe unerkannt, bis auf das Fell, das sich durch die etwas kitzelnde Wirkung der Härchen verrät, sowie auf Glas und Metall, wo aus der Glätteempfindung auf das Material geschlossen wird. Die Berührung bei niedrigsten Graden des Drucks ist nicht innig genug, um den Wärmeflufs vom Tastorgan zur Tastfläche in dem Mafse in Gang zu bringen, dafs er in der normalen Weise zur Erkennung der Stoffe beitragen könnte (§ 36). Weiter ist zur Erklärung der Versuche anzuführen, dafs bei leisester Berührung Unterschiede der Härte und Weichheit nicht mehr wahrgenommen werden können, dafs der Raumsinn der Haut gegenüber der gröberen Körnung der Materialien versagt und dafs infolge der minimalen Reibung die für das Erkennen der feinsten Strukturen nötigen Vibrationen in Fortfall kommen.

§ 30. Versuche mit Amputierten.

Ich mufs hier eine kurze Zusammenfassung der Resultate einschalten, die ich bei Versuchen mit Amputierten über die Erkennung von Stoffen erhalten habe (Amputiertenarbeit § 17). Es fanden 12 von den oben angeführten Stoffen und noch ein anderer (Wellpappe) Verwendung. Der Amputierte hatte die Flächen bei geschlossenen Augen und verstopften Ohren mit dem Stumpf zu betasten, wobei ihm die Art der Tastbewegungen freigestellt wurde, zum Vergleich wurden die Tastleistungen der verbliebenen Hand herangezogen. Bei der an zweiter Stelle erfolgenden Betastung durch die Hand wurden die Tastflächen in einer anderen Reihenfolge dargeboten, aber doch ist die Hand infolge der vorausgegangenen einmaligen Darbietung der Tastflächen am Stumpf günstiger gestellt. Die Versuche wurden mit 19 Unterarmamputierten (U) und 16 Oberarmamputierten (O) durchgeführt. Zahlreich waren auch hier die subjektiven Tastäquivalenzen, da sie aber gegenüber den früher geschilderten nichts Neues bringen, so braucht nicht näher auf sie eingegangen zu werden. Wenn wir auch hier die unzutreffenden Urteile in den Fällen von Tastäquivalenz als richtig durchgehen lassen, so erhalten wir als Durchschnittswerte für alle Amputierten folgende Zahlen der richtigen und falschen Fälle:

	richtig	falsch
U Hand	9,7	3,3
U Stumpf	6,7	6,3
O Hand	9,6	3,4
O Stumpf	6,2	6,8.

Dafs von den Stümpfen der U mehr als die Hälfte, von denen der O nahezu die Hälfte aller Tastflächen richtig durch Tasten bestimmt wird, spricht jedenfalls für eine beachtenswerte Leistungsfähigkeit der Stümpfe. Die Überlegenheit der Hand in der Erkennung von Materialien über den Stumpf ist nicht so grofs, wie man von vornherein erwartet hätte. Wenn in den Versuchen eine beträchtliche taktile Leistung der Stümpfe zum Ausdruck kommt, so macht das verständlich, warum erfahrene Amputierte von einer Verarmung des Stumpfes an Empfindungen durch die Anbringung einer Prothese sprechen.

Wie tastet der Amputierte mit dem Stumpf? Es wird mit Vorliebe die Hautfläche benutzt, die eine festere Beschaffenheit besitzt. Häufig ist es die dicht über dem Knochen des Stumpfes gelegene, die einer besseren Resonanz für Erschütterungen fähig ist. Der Amputierte wechselt beim Versuch, das Material zu erkennen, zwischen einem auf das Material ausgeübten Druck (Erkennung des Weichheitsgrades, der Tiefenbeschaffenheit) und Bewegen der Hautfläche über das Material (Erkennung der Oberflächenbeschaffenheit). Die ausgeführten Bewegungen sind z. T. langsame, z. T. schnelle, die letzteren scheinen für das Erkennen und für das Verifizieren einer Vermutung von besonderer Bedeutung zu sein.

Wie sind die Versuchsresultate zu erklären? Für gewöhnlich benutzen wir die Stellen des Ober- und Unterarms, die von den Amputierten hier verwendet worden sind, nicht zum Tasten, so dafs es jedenfalls beim Normalen Stellen sind, die als erfahrungsarm zu gelten haben. Nicht ganz so liegt es beim Amputierten, der seinen Stumpf beim Versuch, aus ihm noch so viel als möglich herauszuholen, bei der Arbeit des täglichen Lebens und somit auch beim Tasten verwendet. Also ein gewisser Übungseffekt trägt zu dem günstigen Ausfall unserer Versuche bei. Aber wir müssen hier mehr an eine formale Übung denken als an eine spezielle. Die Praxis des Lebens wird den Amputierten mit den meisten der verwandten Materialien nicht in Berührung gebracht haben. Ich möchte darum glauben, dafs die Ausführungen, die wir in § 15 über den geringen Einflufs der speziellen Erfahrung für das Zustandekommen der dort behandelten Tastleistungen gemacht haben, auch hier Geltung behalten.

Wenn man dem Amputierten Gelegenheit gibt, das Tasten der Stoffe zu üben und dabei den Tastvorgang mit den Augen zu verfolgen, so lernt er es verhältnismäfsig rasch, Tastflächen richtig zu bezeichnen, die er vorher nicht auseinanderzuhalten vermochte. Dabei werden also die sprachlichen Bezeichnungen an kleine taktile Differenzen angeknüpft, die vorher überhaupt keine Beachtung gefunden haben. Es gibt armlos geborene Individuen, die es lernen, sich ihrer Füfse mit einem erstaunlichen Grad von Geschicklichkeit zu bedienen. Der bekannteste Fall dieser Art ist der des Beinkünstlers Untan.

Nach dem, was wir oben über das Tasten mit der grofsen Zehe angeführt haben, überrascht es nicht, dafs diese auch beim Tasten der Beinkünstler für die Ausbildung durch Übung in besonderem Mafse disponiert zu sein scheint.

Um über das Zehentasten auch für die neuen Materialien einige Erfahrungen zu sammeln, habe ich folgende Versuche angestellt. Ich liefs mir von einem Gehilfen die Tastflächen, welche bei den Versuchen der vorhergehenden Paragraphen Verwendung gefunden haben, in undurchsichtiger Reihenfolge an der grofsen Zehe des linken Fufses zum Betasten vorlegen. In weitaus den meisten Fällen erfolgte die Erkennung der einzelnen Tastflächen, ich mufs sagen, zu meiner eigenen grofsen Überraschung. Ich wüfste nicht, wann ich einmal mit der Zehe Glas, Wachstuch, glasiertes Papier und noch andere Stoffe getastet hätte, die jetzt ohne weiteres erkannt wurden. Spezielle Erfahrungen konnte also die Zehe kaum sammeln. Was wir auf S. 121 über die Erkennung von Papieren gesagt haben, unsere jetzigen Versuche bestätigen es für eine grofse Anzahl verschiedenster Materialien. Die theoretische Deutung der Versuchsergebnisse wird demgemäfs hier wie dort in ganz gleicher Weise zu erfolgen haben.

Das tastende Erkennen von Gegenständen (Stereognosie) dürfte in einer nicht geringen Anzahl von Fällen durch ein Erkennen des Materials der Gegenstände bedingt oder doch erleichtert werden. Das Material ist für viele Körper so bezeichnend, dafs sich eine genauere Erfassung der Körperform für unser Urteil erübrigt. Natürlich ist damit zu rechnen, dafs auch die pathologische Astereognosie mehr auf einem Versagen der Erkennung des Stoffes oder mehr der Erkennung der Form des Gegenstandes beruht. Eine Trennung der beiden Faktoren ist möglich durch eine Verwendung von Zwischenmedien (Handschuhe), die nur die Erkennung des Materials ausschliefst oder doch wesentlich beeinträchtigt, nicht aber die Erkennung der Körperform. Hat ein Körper eine sehr charakteristische Form, so wird er auch bei Ausschlufs der Erkennung des Materials erkannt werden.[1]

[1] In diesen Fällen kann natürlich auch eine weitgehende Unabhängigkeit der Stereognosie von der herabgesetzten Druckempfindlichkeit bestehen, wie sie Hoffmann entgegengetreten ist. Stereognostische Versuche. Diss. Strafsburg 1889. S. 149.

Kapitel II.

Versuche über durchtastete Flächen und Durchtastung von Räumen.

§ 31. Die Dickenempfindlichkeit.

Es ist hier ein Bericht zu erstatten über Leistungen der tastenden Hand, von denen ich bei einer ersten Begegnung mit einiger Überraschung Kenntnis nahm. Ich fand, daſs wir in unserer Hand ein Organ besitzen, welches Dickenunterschiede von an sich dünnen biegsamen Flächen mit einer erstaunlichen Feinheit unterscheidet.[1] Das Tasten erfolgt in der Weise, daſs wir Daumen und Zeigefinger einander gegenüberstellen und die zu prüfenden Papiere dazwischen bringen. Wir improvisieren also einen Apparat, welcher den in der Technik verwandten Schubleeren zur Dickenmessung entspricht. Es liegt hier ein Spezialfall der in § 8 beschriebenen durchtasteten Flächen vor, die Durchtastung erfolgt von beiden Seiten und nicht wie dort von einer Seite.

Die erste Aufgabe, die zu erledigen war, war technischer Natur. Sie bestand in der Aufstellung einer gröſseren Serie von Flächen, die sich möglichst nur bezüglich ihrer Dicke und hier ungefähr gleichmäſsig voneinander unterschieden, aber hinsichtlich des Materials und der Oberflächenstruktur sich möglichst glichen. Ich habe wohl 200 Papiere untersucht, um aus ihnen eine solche Auswahl zu treffen, daſs diese Forderungen einigermaſsen erfüllt waren. Die gebräuchlichsten im Handel vorkommenden Schubleeren, die für die Messung von Papieren und Blechen bestimmt sind, erlauben eine Ablesung von $^1/_{100}$ mm und darüber hinausgehend noch eine etwas unsichere Abschätzung ihrer Viertel. Es zeigte sich bald, daſs die Genauigkeit dieser Dickenmessung für die Aufstellung einer geeigneten Reizreihe für unsere Zwecke nicht ausreichte. Ich habe die Dicken der Papiere darum mit einem kleinen Apparat gemessen, welchen die Göttinger Schule für Fein-

[1] Über die groſse Empfindlichkeit, die der Blinde für Dickenunterschiede zeigt, vgl. S. Heller in Wundts Philosophischen Studien Bd. 11, 1895, S. 421 f.

mechanik hauptsächlich zur Messung der Dicken von Schrauben für ihren Hausgebrauch konstruiert hat. Dieser Apparat gestattet die unmittelbare Ablesung der Dicken auf $^1/_{1000}$ mm. Ich darf mir wohl eine ausführliche Beschreibung dieses kleinen Präzisionsinstruments ersparen, erwähnt möge von seiner Konstruktion nur werden, dafs der für die Messung mafsgebende bewegliche Teil des Apparats sich immer mit einem genau gleich grofs bleibenden Bruchteil des Eigengewichts auf die zu messende Papierfläche aufsetzt. Jedes Papier wurde mehrfach und zwar an verschiedenen Stellen gemessen, es stellte sich dabei heraus, dafs die Schwankungen von einer Stelle zur anderen meist nur wenige Tausendstel mm betragen.

Das dünnste Papier, das zur Verwendung kam, hatte eine Dicke von 0,027 mm [1], die nächstfolgenden besafsen die Dicken 0,028; 0,031; 0,032; 0,033; 0,038; 0,043; 0,048 mm. Papiere bis zu etwa 0,048 mm sind diejenigen, welche man als Seidenpapiere zu bezeichnen pflegt. Mit dem Papier von 0,055 mm beginnen die äufserst dünnen Schreibpapiere. Es kommen dann 10 zunehmend stärkere Papiere bis zu dem Schreibpapier 0,093 mm, welches dem Papier gleicht, das im Handel die Bezeichnung „3a Normalpapier" führt. Im übrigen sei aus der Reihe der verwandten Papiere nur noch erwähnt, dafs darin ein Papier von der Art der offiziellen Postkarte aus dem Jahre 1919 vorkam, mit der Dicke 0,125 mm. Mit 0,185 mm beginnen ausgesprochen kartonähnliche Papiere. Meine Serie umfafste von 0,028 bis 0,302 mm im ganzen 30 Glieder. Da die Abstufung der „Dickenreize" nicht in unserem Belieben stand, sondern mit der einmal aufgestellten Reizreihe gewirtschaftet werden mufste, verboten sich Versuche nach den strengsten Regeln der psychophysischen Methodik. Mag die spätere For-

---

[1] Zum Vergleich teile ich mit, dafs die Dicke des Kokonfadens der Seidenraupe zu 0,01 bis 0,005 mm angegeben wird. H. Henning schreibt gelegentlich: „Ich sah ein ostasiatisches Gewebe, welches zusammengelegt etwa einen Kubikzentimeter grofs war, das aufgeblasen einen Luftballon von 5 Meter Durchmesser ergab." (Experimente an einem telekinetischen Medium, *Zeitschr. f. Psychol.* **94**, 1924, S. 284.) Aus dieser Angabe kann man die Dicke des Gewebes zu etwa 0,000014 mm berechnen. Dafs so etwas ein Ding der Unmöglichkeit ist, liegt auf der Hand.

schung, falls sich ein Bedürfnis dafür zeigen sollte, die Herstellung eines geeigneteren Reizmaterials versuchen und damit exaktere Schwellenwerte ermitteln, wir begnügen uns mit weniger systematischen Versuchen, die aber auch in ihrer Art aufschlufsreich sind.

Wir wählen ein Papier als „Hauptpapier“ aus und bestimmen dasjenige andere ihm am nächsten stehende, von dem die Vp. den Eindruck hat, dafs es dicker oder deutlich dicker sei. Wir fordern, dafs das zweite Papier das Urteil dicker dreimal auf sich zieht, ohne daneben auch einmal eine andere Beurteilung zu erhalten. Man sieht, wir haben hohe Anforderungen an die Sicherheit der Unterscheidung gestellt. Die von uns mitzuteilenden Leistungen sind auch darum nicht als optimale zu bezeichnen, weil möglicherweise auch noch ein Vergleichspapier, dessen Abstand von dem Hauptpapier kleiner als in dem vorliegenden Fall gewesen wäre, jene Beurteilung auf sich gezogen hätte. In der Regel wird mit 3 verschiedenen Vergleichspapieren gearbeitet, von denen jedes dreimal in vom Zufall bestimmter Reihenfolge dargeboten wird.

Es ist der Vp. freigestellt, wie sie im einzelnen und wie lange sie die Papiere tasten will. Mifsbrauch ist auch hier mit der gewährten Freiheit nicht getrieben worden, die Tastzeit für ein Papier ist selten über 10 sec hinausgegangen. Die Vp. sollte sich so verhalten, als hätte sie beim Einkauf Papiere auf ihre Dicke hin zu prüfen. In einer solchen Lage weifs man ja auch recht gut, wie lange es Sinn hat, die Betastung fortzusetzen. Nicht schildern lassen sich die einzelnen Tastbewegungen der Vp., aber völlig durchsichtig ist die Einstellung, die dahinter steht. Jeder gewinnt sie, der die Absicht haben sollte, unsere Versuche zu wiederholen.

Noch einige Worte zu unserer Methode. Man mufs auseinanderhalten Beobachtungen, die nach den strengen Vorschriften psychologischer Methodik zur Ermittlung einer dort definierten Gröfse, etwa einer ebenmerklichen Schwelle, gemacht werden und die probierenden Verfahren der Praxis zur Feststellung einer praktisch verwertbaren Gröfse. Für praktische Zwecke wird mit einem wissenschaftlich absolut einwandfrei ermittelten Wert, z. B. einem Schwellenwert, selten etwas anzufangen sein. Nehmen wir etwa eine so bestimmte

Dickenschwelle: sie würde sich zeitweilig als erkennbar, zeitweilig als nicht erkennbar erweisen. Eine Dickendifferenz, deren Ermittlung vom Praktiker als merklich festgestellt worden ist, hat viel mehr Aussicht bei der gleichen Einstellung immer wieder als solche erkannt zu werden.

Die Vp. nimmt bei geschlossenen Augen die ihr vom Versuchsleiter gereichten Papiere nacheinander in die Hand und beginnt zu tasten. Manche Vpn. benutzen nur Daumen und Zeigefinger, andere Daumen, Zeige- und Mittelfinger. Der Daumen tritt zu den anderen Fingern in Opposition. Entweder bewegt sich mehr der Daumen oder bewegen sich mehr die anderen Finger. Die Finger sind keinen Augenblick in Ruhe. Die Bewegung des Daumens von der Handwurzel weg erfolgt im allgemeinen schneller und mit stärkerem Druck als die Bewegung in umgekehrter Richtung. Für die Urteilsbildung bedeutungsvoller ist offenbar die Bewegung des Daumens von der Handwurzel fort. Bei dem mehrfachen Hin und Her hat die Bewegung des Daumens nach der Handwurzel sozusagen nur die Bedeutung, die Bewegung in umgekehrter Richtung, auf die es eigentlich abgesehen ist, zu ermöglichen. Diese Art des Tastens erinnert etwas an das Verfahren beim Schnüffeln, wo beim Einatmen die Prüfung der Luft erfolgt, das Ausatmen aber nötig ist, um das Einatmen zu ermöglichen. Wie man „ganz Ohr“ sein kann, so ist man hier „ganz Hand“. Man ist völlig dem Objekt zugewandt, achtet nicht im geringsten auf die Tastbewegungen, hat also keine Ahnung davon, wievielmal die Finger hin- und hergegangen sind, welche Finger und wie sie sich beteiligt haben, und wie lange man getastet hat. Die ganze Tätigkeit bis zur Abgabe des Urteils stellt eine Einheit dar, zusammengehalten durch die Aufgabenstellung. Eine nachträgliche Analyse läfst drei Perioden unterscheiden: zunächst kommt ein mehr oberflächliches Fühlungnehmen mit den Papieren, darauf bildet sich das Urteil, und das darüber hinaus fortgesetzte Tasten dient der Kontrolle seiner Richtigkeit.

An diesen Versuchen nahmen als Beobachter in längeren Reihen teil Herr stud. phil. Dittmers, Frl. stud. phil. Balcke und meine Frau, eine Anzahl anderer Vpn. wurde noch zu gelegentlichen Beobachtungen herangezogen. Die Dicken-

empfindlichkeit ändert sich sehr wesentlich mit der absoluten Stärke der Papiere. Bei den dünnsten Papieren von 0,028 bis 0,048 mm unterscheiden alle Vpn. nahezu ausnahmslos Papiere, die um $^1/_{50}$ mm differieren, aber von vielen werden in dieser Region noch Dickenunterschiede von $^1/_{100}$ mm mit überraschender Sicherheit erkannt! Bei den Papieren vom Charakter der Schreibpapiere ist die Empfindlichkeit nicht mehr ganz so grofs, aber doch immer noch beträchtlich. Bei kartonähnlichem Papier, wie z. B. dem von der Dicke 0,125 mm, sind noch Differenzen von etwa $^1/_{25}$ mm zu erkennen. Geht man von Kartons dieser Art, die noch eine gewisse Durchbiegungsfähigkeit gegenüber schwächerem Druck aufweisen, zu Kartons und Pappen über, die sich auch bei stärkerem Druck nicht mehr durchbiegen, so springt die erkennbare Dickendifferenz ganz wesentlich. Eine Pappe von 1 mm Stärke ist erst von einer zweiten von etwa 1,30 mm zu unterscheiden. Obgleich die relativen Unterschiedsschwellen für die Flächen verschiedener Dicke nicht allzusehr voneinander abweichen, brauche ich wohl kaum zu sagen, dafs eine Erklärung der Versuchsergebnisse durch das WEBERsche Gesetz nicht statthaft ist, denn es treten mit der Änderung der absoluten Dicke nacheinander völlig verschiedene Urteilsfaktoren ins Spiel.

Bei den dünnsten Papieren, die sich bei dem beiderseitig auf sie ausgeübten Druck den Tastorganen vollständig anschmiegen, wird für die Beurteilung der Dicke des einzelnen Papiers sowie für die Dickenunterscheidung mafsgebend der Grad der Verschleierung oder Verhüllung, mit dem sich die gegenübergestellten Finger gegenseitig fühlen. Wir haben oben den Tastkomplex besprochen, der aus der gegenseitigen Betastung zweier oder mehr Finger derselben Hand hervorgeht. Dieser Tastkomplex erfährt durch die zwischen den Fingern eingeschobene Papiermembran eine Verfärbung, die sich mit der Dicke des Papiers ändert. In Wirklichkeit ist es darum eigentlich nicht eine vergleichende Beurteilung der Papierdicken, sondern jener Verfärbung des Tastkomplexes durch die verschiedenen Papiere, was hier vorliegt. Wir formulieren nur das Urteil als ein solches über Papierdicken. Während bei den dünnsten Papieren die tastenden Finger noch gegenseitig ihre Epidermisleisten fühlen können, ist das bei kartonähnlichen

Papieren schon nicht mehr der Fall. Soweit ich sehen kann, beziehen sich die Urteile auch da noch nicht unmittelbar auf das Gefühl des Abstandes der tastenden Fingerkuppen voneinander, sondern auf Unterschiede der Durchbiegungsfähigkeit der Papiere. Der einheitliche Tastkomplex der sich reibenden Finger ist jetzt nicht mehr vorhanden, sondern wir haben zwei Oberflächentastungen, die auf die beiden Seiten eines Objekts bezogen werden. In dieser zweiten Region macht sich — ihrem absoluten Betrag nach — eine ganz andere Unterschiedsempfindlichkeit geltend. Der Schritt in eine dritte Region erfolgt dort, wo die Stärke des Kartons keine Durchbiegung mehr erlaubt. Jetzt, wo wirklich der Abstand der tastenden Finger voneinander maſsgebend wird, zeigt sich in der Empfindlichkeit für Dickenunterschiede — an den absoluten Werten gemessen — sofort ein starker Abfall. Von hier aus kann man, ohne weitere Unstetigkeiten zu passieren, in eine Prüfung der Empfindlichkeit für wesentlich gröſsere Dicken treten, wo man schlieſslich auf die Prüfung mit 2 Händen angewiesen ist („wenn man mit einem Finger der einen Hand die obere, mit dem der anderen die untere Oberfläche einer Tischplatte berührt, so ist man imstande, bei verschlossenen Augen anzugeben, wie dick die Tischplatte ist[1]" Weber, a. a. O., S. 89), aber damit würden wir in ein Gebiet vorstoſsen, dessen Untersuchung nicht mehr in unserer Absicht lag.

Ich habe noch einige Versuche angestellt, bei denen an die Stelle des Papiers Gelatineplatten traten, also ein Material, das sich nach seiner Oberflächenbeschaffenheit wie nach seinen Elastizitätsverhältnissen durchaus von Papier unterscheidet. Für Gelatine von der Stärke 0,055 mm fand ich gegenüber einem gleich starken Papier trotz des Unterschieds der Materialien keine wesentliche Abweichung in der Dickenempfindlichkeit.

Was ergibt sich bei einem Vergleich der soeben untersuchten taktilen Dickenempfindlichkeit mit der des Auges?

---

[1] In der Praxis des Gynäkologen spielt diese Art des Tastens eine wichtige Rolle, da er bei Schwangerschaftsuntersuchungen beide Hände benutzt, um von der Lage und den Eigenschaften der Frucht eine Vorstellung zu gewinnen.

Für die dünnsten Papiere besteht jedenfalls eine aufserordentliche Überlegenheit des Tastsinns. Mit dem Auge lassen sich z. B. Papiere von 0,027 mm und 0,048 mm Stärke mit scharf geschnittenen Rändern — hierauf ist sehr zu achten — nicht mehr voneinander unterscheiden. Man kann bei Papieren von dieser Art überhaupt nicht mehr die Dicke sehen, so wie das bei einem Karton von etwa 0,2 mm Stärke möglich ist.[1] Man mag die Beobachtungsbedingungen so günstig wie möglich wählen, die Kante der dünnsten Papiere bleibt optisch breitelos (Rubin), wir sehen sie nur noch als Kontur, welche das Papier begrenzt und gegen die Umgebung abgrenzt. Was die Unterschiedsempfindlichkeit für Dicken angeht, so ist also für den Bezirk aller Papiere, deren Kante dem Auge breitelos erscheint, der Tastsinn dem Auge weit überlegen. Wieder sind wir auf ein Gebiet gestofsen, wo die mikrometrische Leistungsfähigkeit des Tastsinns die des Auges in den Schatten stellt. Gehen wir von den dünnsten Papieren zu dickeren über, so kommen wir bald in eine Region, wo auch das Auge die Kanten der Papiere als Breiten zu unterscheiden vermag, aber so lange sich die Finger noch auf die Durchbiegungsfähigkeit der Flächen stützen können, erweisen sie sich an Empfindlichkeit dem Auge überlegen. Kommen wir zu stärkeren Pappen, wo das Urteil sich wirklich auf den Abstand der Finger stützen mufs, so eilt das Auge dem Tastsinn an Leistungsfähigkeit voraus.

§ 32. Durchtastung von Räumen.

Gelegentlich eines Besuchs der Blindenanstalt in Neukloster berichtete mir einer der dortigen Lehrer, es komme vor, dafs blinde Mädchen, die einen Memorierstoff hersagen sollen, sich diese Aufgabe in der Weise zu erleichtern versuchen, dafs sie den Brailletext unter der Schürze anbringen und ihn durch die Schürze hindurch ablesen.[2] Die geübten Finger vermögen

---

[1] Von der Kenntnisnahme der Dicke auf einem anderen optischen Weg, z. B. unter Berücksichtigung der Durchsichtigkeit, soll hier ganz abgesehen werden, dieser Weg führt übrigens häufig in die Irre.]

[2] Der mit 6 Jahren erblindete L. Cohn berichtet, er könne mit Stoff- oder Wildlederhandschuhen auf den Händen gut, durch Glacéhandschuhe die Braillesche Schrift sehr gut lesen. Beiträge zur Blindenpsychologie. Beiheft 16 der *Zeitschr. f. angew. Psychol.* 1917.

die relativ starken Erhabenheiten der Blindenschrift verhältnismäfsig leicht durch den dünnen Webstoff zu erkennen. Dafs er einen Raum dabei durchtastet, wird dem blinden Schüler kaum zum Bewufstsein kommen. Den palpierenden Internisten interessiert, wie schon früher ausgeführt worden ist, das Erlebnis des durchtasteten Raumes am Leib weniger als die Organe, die er durch ihn hindurch ertastet, er kann ihm aber, wenn er will, entgegen der durch Übung erworbenen Einstellung seine Aufmerksamkeit zuwenden. Wenn man im psychologischen Laboratorium Versuche ausführt, die dem palpierenden Verfahren des Mediziners entsprechen, so sind der Vp. für gewöhnlich die beiden Erlebnisse: durchtasteter Raum und getasteter Gegenstand nebeneinander gegeben. Dem, was bereits in § 7 über Durchtastung von Räumen gesagt worden ist, sei hier einiges Wenige hinzugefügt, was sich auf die Genese der betreffenden Eindrücke bezieht.

Das Material, welches das raumhafte Tasterlebnis liefert (Decken, Watte, Zellstoff, Kissen), mufs einen hinreichend hohen Grad von Zusammendrückbarkeit besitzen. Ist das Material zu hart oder wird es durch den ausgeübten Druck so hart, dafs das tastende Organ bei stärkstem Druck auf den darunter liegenden Gegenstand keinen Druckempfindungszuwachs zu erzeugen vermag, so ist weder dieser Gegenstand zu fühlen noch stellt sich das raumhafte Tasterlebnis ein. Ein Kissen mit Daunenfüllung wird der Forderung in der Regel genügen, nicht ein solches mit Rofshaarfüllung. Auch wenn das tastende Organ so weich ist, dafs es das Material nicht genügend zusammenzudrücken vermag, bleibt eine Durchtastung aus. „Die Tiefenpalpation wird erschwert, wenn das Tastorgan sehr viel weicher und kompressibler ist als das zu betastende Gewebe“ (Goldscheider und Hoefer). Hausmann hat auf die überraschende aber leicht zu bestätigende Tatsache hingewiesen, dafs es nicht gelingt, mit der Zungenspitze den Radialispuls zu fühlen oder das Arterienrohr zu finden.[1] Sie ist eben zu weich, um das über dem Arterienrohr liegende Gewebe einzudrücken. Man kann Goldscheider und Hoefer nur zustimmen, wenn sie ihre Erfahrungen bei Versuchen über die

---

[1] Th. Hausmann, *Pflügers Archiv* **194**, 1922, S. 623.

Palpation wie folgt zusammenfassen: „Erst dann, wenn die Haut der tastenden Hand bis zu einem solchen Maſse zusammengedrückt ist, daſs ihre weitere Eindrückbarkeit derjenigen der zu betastenden Gewebsschicht gleichkommt, wird das fortgesetzte Eindringen in die Tiefe gegen dort gelegenen Widerstand hin den erforderlichen Druckempfindungszuwachs in Erscheinung treten lassen“ (a. a. O., S. 316).

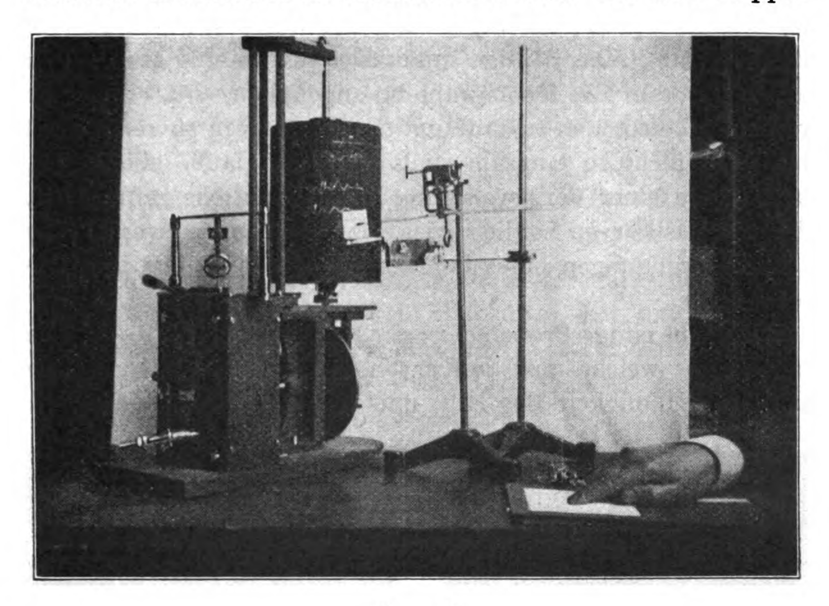
Mit einer Hand lassen sich nur sehr kleine Gegenstände durch einen Raum hindurch ertasten; man wird immer, wenn es nicht ausdrücklich untersagt ist, mit beiden Händen tasten, und in diesem Fall ist auch das Erlebnis des durchtasteten Raumes deutlicher. Daſs hierbei optische Elemente ins Spiel treten, ist unschwer zu beobachten. Auch bei der zweihändigen Palpation dürfte das immer der Fall sein.

Kapitel III.
Zur Analyse der Tastbewegungen.

§ 33. Die graphische Registrierung der Bewegung der Einzelfinger.

Der graphischen Registrierung der Bewegung, die der einzelne Finger beim Betasten von Oberflächen ausführt, diente folgende Versuchsanordnung (Fig. 2). Vor der beruſsten Trommel eines Kymographions ist eine Schreibvorrichtung angebracht. Der eine Hebel trägt eine Schreibspitze aus Papier, an dem anderen gleich langen Hebel ist eine dünne Seidenschnur befestigt, die zu dem Finger führt, dessen Bewegung aufgenommen werden soll. Da festgestellt worden war, daſs den hier herangezogenen Vpn. unter den besonderen Versuchsbedingungen, denen sie sich gegenübersahen, die Ausführung nahezu reiner Seitenbewegungen natürlich war, so erfolgte die Führung der Schnur über eine Rolle, die genau seitlich von dem Finger in Fingerhöhe angebracht war. Für diejenigen Vpn., denen die Bewegung in der Längsrichtung der Hand natürlicher gewesen wäre, hätten wir die Rolle in der Längsrichtung des Fingers befestigt. Durch diese Art der Befestigung und Führung der Schnur sollte erreicht werden, daſs die Bewegung des Fingers sich am Hebel in einer genau gleich groſsen Bewegung auswirkte. Da der Schreibarm genau so

grofs war wie der Hebelarm, an dem die Schnur befestigt war, so erfolgte die Aufnahme der Bewegung des Fingers auf der Trommel unmittelbar in natürlicher Gröfse. An dem Doppel-



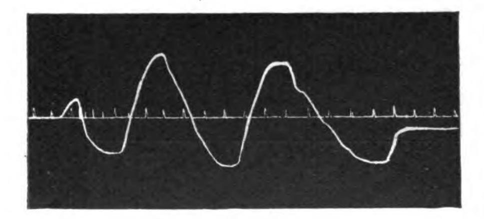
Figur 2.

hebel war ein schwaches Gummiband befestigt, welches bei einer bestimmten Anspannung durch die Seidenschnur — bei einer bestimmten Ruhelage des tastenden Fingers — dem Hebel gerade die horizontale Lage verlieh. Jede Änderung der Bewegungsgeschwindigkeit und -richtung kommt in der aufgezeichneten Kurve zum Ausdruck.

Nachdem die Schnur um den Finger geschlungen ist, mit dem die Vp. die Tastbewegungen ausführen will, bringt der Versuchsleiter die auf einem Karton ruhende Hand der bequem sitzenden Vp. in eine solche Lage, dafs der Schreibhebel gerade horizontal steht. Zum Tasten werden die Papiere des Grundversuchs dargeboten und zwar zur qualitativen Beurteilung. Der einzelne Versuch verläuft wie folgt. Der Versuchsleiter hebt den Finger der Vp. einige mm von der Unterlage, schiebt die Tastfläche schnell unter und setzt den Finger dann senkrecht auf diese Tastfläche auf. Wir wissen aus früheren Versuchen (§ 22), dafs dieses Aufsetzen noch nicht zu einem

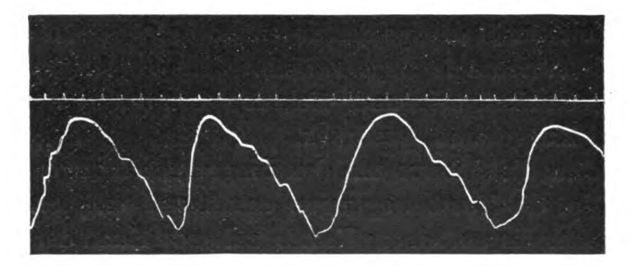
Erkennen der Tastfläche führt. Unmittelbar vor dem Aufsetzen des Fingers gibt der Versuchsleiter einem Gehilfen ein Zeichen, damit er das Kymographion in Gang setzt. Nun beginnt die Vp. in ganz ungezwungener Weise mit dem Tasten, bis sie glaubt, eine richtige qualitative Beurteilung abgeben zu können, worauf das Kymographion angehalten wird. Die Vpn. werden gebeten, um zu umfängliche Tastkurven zu vermeiden, ihr Urteil nicht zu langsam zu bilden, ich glaube aber nicht, dafs das zu einer Vergewaltigung ihres Verhaltens geführt hat. Um die Tastkurven zeitlich auswerten zu können, werden die $^1/_5$ sec-Schwingungen eines Jaquetschen Chronometers mit aufgenommen.

Ich gebe einige Proben der erzielten Kurven (Fig. 3—5). Die erste Frage, welche uns die Kurven beantworten sollen, ist die nach der Häufigkeit des Hin- und Hergangs des Tastfingers.



Figur 3. Vp. Z.

Figur 4. Vp. L.



Figur 5. Vp. B.

Diese Zahl n beträgt für Vp. Z. bei einem Durchschnitt aus allen Tastflächen 4, bei Vp. L. auch 4 und für Vp. Buschmann (B.) 3,2. Bei jeder Vp. weist n für die verschiedenen Tastflächen beträchtliche Differenzen auf, sie schwankt bei Z. zwischen 2 und 6, bei L. zwischen $2^1/_2$ und 6 und bei B. zwischen 2 und 5. Wenn auch die einzelnen Papiere für die

3 Vpn. verschieden leicht erkennbar gewesen sein dürften, so ergibt sich doch bei Bildung der Durchschnittswerte von n für jedes Papier eine Reihe, die recht bezeichnend für die Schwierigkeit zu sein scheint, die einzelnen Flächen qualitativ zu beurteilen. Je charakteristischer die Tastfläche ist, um so kleiner wird das ihr zugehörige n. Das Tuchpapier hatte ohne Zweifel das auffälligste Tastgepräge, und ihr am nächsten kommt das glatteste Papier.

n	2,2	2,8	3,0	3,5	3,8	4,2	4,3	4,5	4,7	5,7
Papier-Nr.	14	1	2	4 10 11	9 13	7	5	3 8	6	12

Die Kurven lassen erkennen, dafs der tastende Finger keine Ruhepause kennt, er geht die ganze Zeit hin und her. Unter Berücksichtigung aller einzelnen Tastkurven zeigt sich bei L. und B. durchweg ein wesentlich steilerer Anstieg als Abstieg, die Bewegung erfolgt also nicht gleichförmig, vielmehr wird die Bewegung zum Körper hin schneller ausgeführt als die Bewegung vom Körper weg. Z. führt beide Bewegungen durchschnittlich ungefähr gleich schnell aus. Sind die Bewegungen in beiden Richtungen für den Erkennungsvorgang von gleicher Bedeutung? Die 3 Beobachter geben auf Befragen ohne das geringste Besinnen übereinstimmend an, dafs die Bewegung körperwärts wichtiger ist, oder richtiger gesagt, dafs sie für die Beurteilung überhaupt ausschlaggebend ist. Das während der entgegengesetzten Bewegung vorhandene Tasterlebnis wird sehr wenig beachtet, es ist fast so, als würde die Hinbewegung nur ausgeführt, damit es zur Herbewegung kommen kann.[1] Die Herbewegung erfolgt mit stärkerer Reibung auf der Tastfläche als die entgegengesetzte Bewegung. Aus den Durchschnittswerten der Zeiten für die Bewegung und der zurückgelegten Wegstrecken lassen sich die durchschnittlichen Geschwindigkeiten der tastenden Bewegungen berechnen.

	Z.	L.	B.
Durchschnittl. Geschw. d. Hergangs:	1,6 cm/sec	1,7 cm/sec	3,3 cm/sec
„ „ „ Hingangs:	1,6 „	0,9 „	1,6 „

Wir dürfen annehmen, dafs die Beobachter instinktiv oder gestützt auf frühere Erfahrungen die Bewegungen mit einer

[1] Man vergleiche hierzu das, was oben über die Bewegung der Finger beim Dickentasten gesagt worden ist.

ihnen für die Erkennung optimal erscheinenden Geschwindigkeit ausgeführt haben. Die Geschwindigkeit des Hergangs ist bei L. und B. etwa doppelt so groſs wie die des Hingangs, bei Z. sind beide gleich groſs ausgefallen, den individuellen Verschiedenheiten wollen wir aber nicht weiter nachgehen. Die von uns berechneten Geschwindigkeiten der Bewegung möchten, zumal im Hinblick auf die oben (§ 23) gemachten Feststellungen, klein erscheinen, aber wohlgemerkt handelt es sich um die aus dem ganzen Hin- und dem ganzen Herweg ermittelte Durchschnittsgeschwindigkeit. Berechnet man unter Zugrundelegung der mittleren steil ansteigenden Teile der Kurven, in denen diese einen nahezu geradlinigen Verlauf nehmen, die maximalen Geschwindigkeiten des Hergangs, so kommt man bei allen 3 Vpn. auf Geschwindigkeiten von etwa 9 cm/sec. Erst wenn man diese — nicht mehr unbeträchtliche — Geschwindigkeit berücksichtigt, tritt die groſse Differenz zwischen Bewegungsart bei Hin- und Hergang deutlich hervor. Auf diese groſse Geschwindigkeit im mittleren Teil der Herbewegung scheint der Beobachter abzuzielen. Es ist sehr wahrscheinlich, daſs die bei maximaler Geschwindigkeit ausgelösten Tasterlebnisse der Urteilsbildung vornehmlich zugrunde gelegt werden.

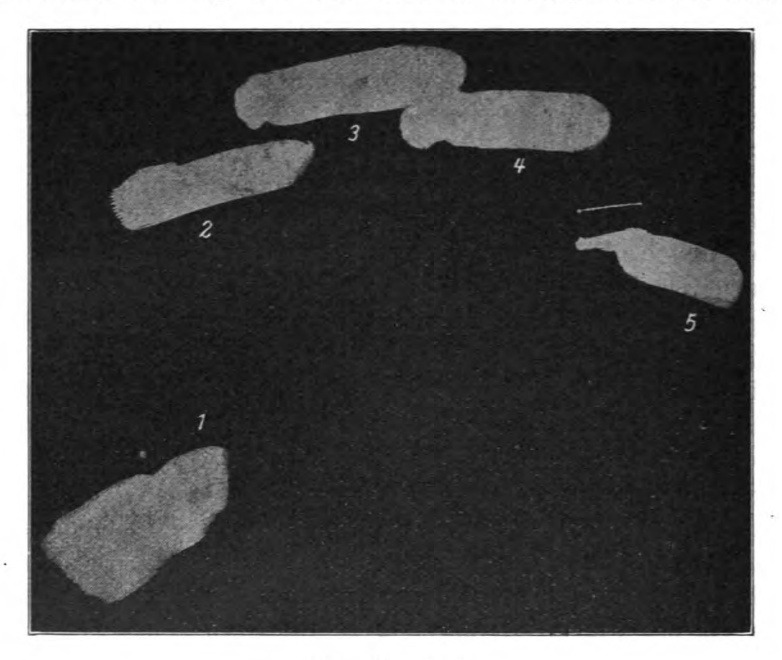
§ 34. Die Bewegung der Finger in ihrem natürlichen Verband.

Die Versuche des vorangehenden Paragraphen hatten den Zweck, eine Vorstellung zu gewinnen über die Tastbewegungen des isolierten einzelnen Fingers. Ich bin mir ganz klar darüber, daſs die Versuchsumstände, denen sich die Vp. gegenübersah, vor allem die Umschlingung des Tastfingers mit einem Faden, der Natürlichkeit der Bewegungen etwas Abbruch tun konnten, aber es ist nun einmal so, daſs vollste Lebensnähe eines Versuchs und methodische Exaktheit des Laboratoriums sich so gut wie niemals verbinden lassen. Wir haben uns bemüht, das Manko der vorausgehenden Versuche durch graphische Aufnahmen der Bewegung der tastenden Finger in ihrem natürlichen Verband so gut wie möglich auszugleichen. Das Verfahren war denkbar einfach. Wir beruſsten in der bekannten Weise Glacépapier und legten es unter so-

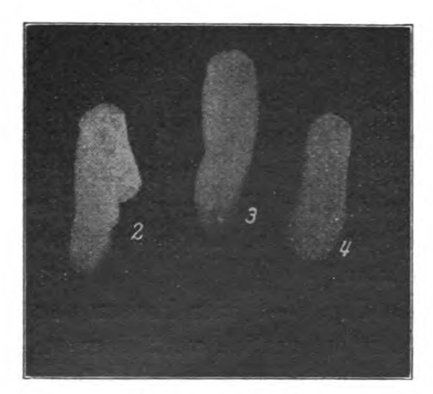
gleich zu schildernden Umständen der Vp. zum Betasten vor. Die Finger wischten beim Betasten den Rufs weg, und die Weifs auf Schwarz hervortretenden Stellen liefsen den Weg, den die tastenden Finger genommen hatten, mit unübertrefflicher Deutlichkeit hervortreten. Natürlich darf man nicht die Finger einen längeren Tanz auf dem Papier ausführen lassen, weil sie sonst bei dem Hin und Her ihre Spuren selbst wieder vertilgen und uns zum Schlufs nur die blank gewischte Papierfläche bleibt. Man mufs sich darum darauf beschränken, eine charakteristische Phase aus der Bewegung durch Rufsspuren festzuhalten. Folgendes Verfahren erwies sich dabei nach Vorversuchen als zweckmäfsig. Es wird der Vp. gesagt, es komme darauf an, dafs sie sich über die ihr vorzulegenden Tastflächen schnell ein Urteil bilde. Der Versuchsleiter ergreift die Vp. beim Handgelenk, setzt die Finger auf die Tastfläche auf, läfst los, worauf die tastenden Bewegungen beginnen, und hebt die Hand dann wieder ab. Damit die Vp. in diese Art des Tastens hineinkam, auch um ein Bild davon zu erhalten, ob bei so kurzer Darbietungszeit noch Tastflächen erkannt werden können, schickte ich dem Versuch mit dem berufsten Papier einige Versuche mit anderen Tastflächen voraus. Es zeigte sich, dafs die Vp. bei diesem Verfahren gute Auskunft über die Tastflächen geben konnte. Sie hatte nicht die geringste Ahnung, dafs ihr im kritischen Versuch eine berufste Fläche vorgelegt worden war, was sich in ihrem Erstaunen über ihre angeschwärzten Finger bei Öffnung der Augen äufserte. Die Beurteilung als glattes Papier erfolgte stets richtig; der Rufs, der sich bei Beginn des Tastens auf die Finger überträgt, beeinträchtigt die vorliegende Tastleistung nicht in merklichem Grade, aber wenn das auch der Fall gewesen wäre, brauchten wir hier nicht danach zu fragen, wo es uns nur auf Analyse der Tastbewegung ankam.

Wir geben in Fig. 6—9 vier Proben der erhaltenen Tastbewegungsfiguren in wesentlich verkleinertem Mafsstab wieder. Die Finger sind vom Daumen zum kleinen Finger mit 1—5 bezeichnet. Man kann aus der Figur unmittelbar entnehmen, dafs nur Vp. Z. mit allen Fingern getastet hat, die Vpn. L. und stud. phil. Krüger (Kg.) mit 3, aber nicht übereinstimmend mit denselben Fingern, Vp. K. mit 4 Fingern. Jede Vp. hat

eine andere Bewegungsform gewählt, K. eine hakenförmige, Z. und L. eine wesentlich geradlinige und Kg. eine ellipsenähnliche. Es mag nur kurz erwähnt werden, daſs Z. dieselbe



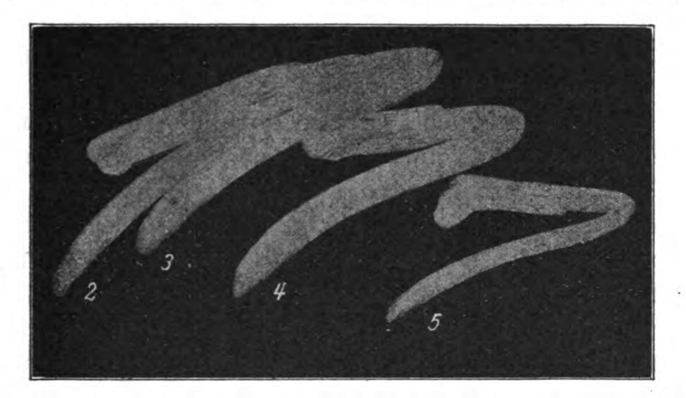
Figur 6. Vp. Z.



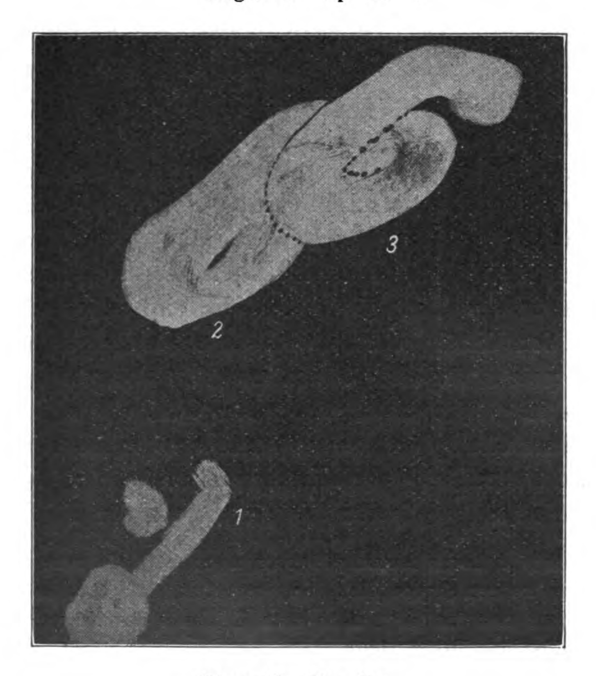
Figur 7. Vp. L.

Bewegungsrichtung gewählt hat wie in den Versuchen des § 33 mit dem Einzelfinger, L. die dazu senkrechte. Ob aber von einem Individuum immer wieder dieselbe Bewegungsform beim

Tasten gewählt wird, ob es typische Tastbewegungsformen gibt, solche und ähnliche Fragen wollen wir hier nicht entscheiden. Worauf es mir bei diesem Versuch in erster Linie ankam, war



Figur 8. Vp. K.



Figur 9. Vp. Kg.

etwas ganz anderes. Ich lenke die Aufmerksamkeit auf die Tatsache, dafs bei allen 4 Vpn. gänzlich unbestrichene Flächenteile hier und da zwischen bestrichenen stehen geblieben sind.

Die Bewegung mufs also beim natürlichen Tasten durchaus nicht in der Weise erfolgen, dafs die bestrichene Fläche ein in sich zusammenhängendes Ganzes, ein Kontinuum, darstellt, damit die Vp. den Eindruck erhält, eine Fläche zu betasten, die sich geschlossen und in völlig gleicher Artung von dem einen bis zum anderen äufsersten zum Tasten benutzten Finger erstreckt. Ich mufs den Leser wieder bitten, sich durch einen eigenen Tastversuch von dieser Tatsache zu überzeugen. Man wäre sehr überrascht, wenn eine optische Kontrolle zeigen würde, dafs die Tastfläche nur aus den Fragmenten besteht, die man beim Tasten tatsächlich bestrichen hat.[1] Offenbar erfolgt hier also auf zentralem Wege eine Ergänzung und Angleichung der Tastlücken nach Analogie zu den wirklich betasteten Fragmenten.[2] Es bestätigt sich somit das, was oben angedeutet wurde, dafs die Finger in ihrem natürlichen Verband beim Tasten zusammenwirken, dafs sie für das Bewufstsein ein einheitliches Tastorgan darstellen. Selbst wenn man bereits durch optische Kontrolle dahintergekommen ist, dafs man beim Betasten einer Fläche mit 5 Fingern grofse Tastlücken stehen läfst, verhindert die kritischere Einstellung nicht das Zustandekommen des Eindrucks einer ganz ausgefüllten kontinuierlichen Fläche. Ich glaube nicht, dafs das Gesagte erst für das Bewufstsein des Erwachsenen gilt. Von dem Tag an, wo das Kind sich der Hand als eines einheitlichen Greifwerkzeugs bedient, ist sie auch ein einheitliches Tastwerkzeug mit den dafür charakteristischen Tastbewegungsformen. Manches spricht für eine besonders gute Vertretung der Hand als Ganzes in gehirnanatomischer Hinsicht, wie z. B. auch ihre Prävalenz am Gliedphantom der Armamputierten (Amputiertenarbeit). Goldstein leitet aus einem von ihm beschriebenen pathologischen Fall ab, „dafs für das Tasten wie für die Beurteilung

[1] Es braucht kaum hinzugefügt zu werden, dafs man beim Tasten mit 5 Fingern keinen Augenblick daran zweifelt, dafs man es mit einem Objekt zu tun hat im Gegensatz zum Erlebnis der Körperzweiheit bei der Aristotelischen Tasttäuschung.

[2] Steinberg sagt von dem Konvergenztasten der Blinden, „dafs dabei unmittelbar nur die Grenzlinien der Fläche erfafst werden, an denen die Finger entlanggleiten, sie selbst werde während der Bewegung reproduktiv anschaulich ergänzt“ (a. a. O. S. 143). Steinberg erinnert hier auch an die optische Analogie der Ausfüllung des blinden Flecks.

der Bewegungsempfindungen der linken Hand auch die linke Hemisphäre in Betracht kommt".[1] Von der Hand sind es wieder die Fingerkuppen, die nach POPPER eine besonders sensible Vertretung in der Hinrinde haben.[2] Bei einer Schädelverletzung im Scheitelteil fand derselbe Autor an der Gegenseite an den Fingerkuppen aller, besonders aber der 4 ulnaren Finger, eine absolute Empfindungslosigkeit, während die übrige Sensibilität im wesentlichen ungestört erschien.[3]

§ 35. Die Deformation der Fingerballen beim Tasten.

Je nach dem Druck, mit dem wir eine Tastbewegung ausführen, erfahren die Fingerballen einen verschiedenen Grad der Deformation; bei einem Druck, der ausschliefslich in der Richtung senkrecht zur Tastfläche geht, bedeutet stärkere Deformation Vergröfserung der Fläche des Fingerballens, die am Tasten beteiligt ist. Über das Mafs dieser Vergröfserung vermag uns auch die Rufsmethode einen gewissen Aufschlufs zu geben. Auf die eine Wagschale unserer oben (§ 29) benutzten Wage wird ein berufster Karton gelegt, auf die andere ein Gewicht von wechselnder Gröfse. Ich habe nun mit dem Zeigefinger der linken Hand in möglichst natürlicher ungezwungener Weise auf die berufste Fläche einen Druck von einer solchen Stärke ausgeübt, dafs durch ihn das jeweilig auf der anderen Wagschale liegende Übergewicht gerade ausbalanziert wurde. Als Übergewichte kamen zur Verwendung 5, 50, 250, 1000, 2000 und 3000 g.

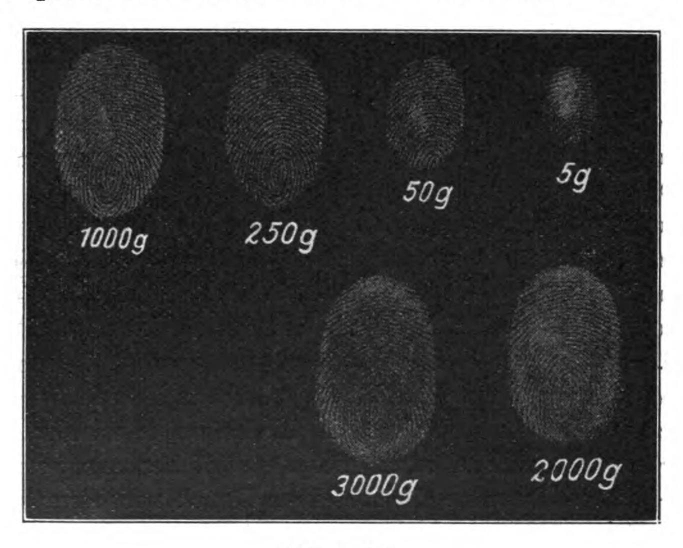
Man kann dem beigefügten Schaubild entnehmen (Fig. 10), in welcher Weise die Berührungsfläche des Fingerballens mit zunehmendem Druck wächst. Beim Übergang von 5 zu 3000 g steigt die Berührungsfläche auf das 5- bis 6fache an. Das Druckbild für 2000 g unterscheidet sich naturgemäfs nur wenig von dem für 3000 g, weil bei Druckstärken von dieser Gröfsen-

[1] K. GOLDSTEIN, Ein Beitrag zur Lehre von der Bedeutung der Insel für die Sprache. *Archiv f. Psychiatrie* **55**, 1914.

[2] E. POPPER, Zur Organisation der sensiblen Rindenzentren. *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* **51**, 1919.

[3] E. POPPER, Beitrag zur kortikalen Lokalisation der Sensibilität. *Neurol. Zentralbl.* **37**, 1918.

ordnung die Deformation des Fingerballens überhaupt schon die äufserste Grenze fast erreicht hat. Bei zunehmendem Druck erfahren die Epidermisleisten eine beträchtliche Abplattung, was deutlich aus dem Schmalerwerden der stehenbleibenden Rufslinien hervorgeht. Schliefslich gibt unsere Aufnahme auch zu erkennen, wie mit zunehmendem Druck die Deformation des Fingerballens mehr und mehr von den distalen nach seinen proximalen Teilen wandert. Man kann unser Schau-



Figur 10.

bild nur richtig verstehen, wenn man es sich durch den Bewegungsvorgang am tastenden Finger belebt denkt. Die Veränderung mit ihren einzelnen Phasen, die zu dem im Bild festgehaltenen Zustand der Deformation führt, ist es, welche das Druckerlebnis charakterisiert.



1-fach 2-fach 4-fach

Figur 11.

Ich habe noch ein Schaubild aufgenommen für die Deformation des Fingerballens bei Berührung elastischer Flächen

(Fig. 11). Auf der einen Wagschale wurden in einigem Abstand voneinander zwei Stäbchen befestigt, über die sehr elastische Zelluloidblätter als Brücke gelegt werden können. Auf die Mitte der elastischen Brücke hat die Vp. einen Druck auszuüben, der einem Übergewicht von 200 g auf der anderen Wagschale gerade das Gleichgewicht hält. Es wird abwechselnd mit 1, mit 2 und mit 4 übereinander gelegten Zelluloidblättern gearbeitet, um den Elastizitätsgrad zu ändern. Das Bild wird diesmal mit Druckerfarbe durch Vp. K. erzeugt. Die Differenz zwischen den drei Aufnahmen ist nicht beträchtlich, immerhin ist die Abnahme der Deformation beim Übergang von 1 zu 4 deutlich erkennbar. Was oben über die Interpretation der Aufnahme gesagt worden ist, gilt hier, wo es sich um Elastizitätserlebnisse handelt, in verstärktem Maſse, sie sind nur aus der Bewegung heraus zu verstehen.

Kapitel IV.

Der Anteil der Temperaturempfindung an der Tastleistung.

§ 36. Die thermischen Qualitäten der Körper bei veränderter Auſsentemperatur.

1. Optisches Reflexionsvermögen (Albedo) und thermischer Charakter von Stoffen. Es war mir von den ersten Beobachtungen an klar, daſs den Temperaturempfindungen, welche die Tasteindrücke begleiten und durchsetzen, bei der Erkennung mancher Tastmaterialien eine groſse, wenn nicht ausschlaggebende Bedeutung zukomme. Metalle verrieten sich immer durch ihre ausgesprochene Kälte, ebenso Glas, während Wollstoffe durch ihre behagliche Wärme besonders eindrucksvoll waren. In den systematischen Versuchen erfuhren diese Erfahrungen eine Bestätigung durch die Sicherheit, mit der gerade Metall und Glas, also jene Stoffe von ausgeprägtestem Temperatureindruck, unter den zur Verwendung gekommenen, identifiziert wurden. Die oben in Aussicht gestellten Versuche kommen hier zur Durchführung, sie werden zeigen, daſs Temperatureindrücke durchaus nicht nur in den extremen Fällen, wo sie besonders aufdringlich sind, das Urteil mitbestimmen, sondern dies fast bei jedem Material

11*

tun. Es eröffnet sich hier ein Blick auf ein Neuland der Forschung, dessen Bebauung nur in dem nächsten Grenzbezirk unserer bisherigen Tätigkeit erfolgen konnte.

Es ist eine Eigenschaft der das Licht diffus reflektierenden Körperflächen, ohne die jede Erkennbarkeit durch das Auge ausgeschlossen wäre, dafs sie das auf sie fallende Licht immer in demselben Verhältnis absorbieren und reflektieren. Diese Gröfse bezeichnet der Physiker als die Albedo einer Fläche. Wie stark auch das die Körper treffende Licht quantitativ schwanken mag, dieser Quotient bleibt unverändert, eine physikalische Tatsache, die sich dahin auswirkt, dafs die Rangfolge der Körper von tonfreier Farbe gegenüber jeder Änderung der Beleuchtungsstärke für unser Auge invariabel ist. Auf die Regulationsvorrichtungen physiologischer und psychologischer Natur des Auges, welche die terminale Wirkung der Lichtreize mitbestimmen, braucht hier nicht eingegangen zu werden, sie lassen die Grundtatsache der von uns gekennzeichneten Invarianz unangetastet. Wir glauben nun dieser Invarianz eine wenn auch nicht ganz so weitgehende auf dem Gebiet der Temperaturempfindungen gegenüberstellen zu können. Wie die Invarianz der Helligkeiten eine Folge der Albedo ist, so bewirkt scheinbar der thermische Charakter der Materialien — in erster Linie ihr Wärmeleitvermögen, in zweiter ihre spezifische Wärme —, der sich für die in Frage kommenden Aufsentemperaturen nur wenig ändert, dafs die Rangfolge ihrer Temperatureindrücke innerhalb der praktisch bedeutsamen Grenzen von der jeweils herrschenden Aufsentemperatur unabhängig ist. Die Invarianz ist nicht so vollständig wie im optischen Gebiet, ihre Grenzen bestimmen sich durch die Eigentemperatur unseres Leibes.

2. Versuche bei normaler Temperatur. Die Gegenstände, die sich genügend lange in einem Raum von bestimmter Temperatur — sagen wir etwa 18° — befunden haben, nehmen alle eben diese Temperatur an. Wie kommt es, dafs sie trotzdem bei Betastung einen ganz verschiedenen Wärmeeindruck machen? Würden wir die Temperaturen jener Stoffe selbst empfinden, so wäre das undenkbar. Bei der Berührung der höher temperierten Finger mit den Gegenständen des Zimmers beginnt ein Ausgleich der Temperatur-

differenz, es erfolgt ein Abflufs der Wärme von der Haut zum berührten Gegenstand.[1] Nun ist aber — wenn wir einmal Extreme herausgreifen — das Wärmeleitvermögen von Metall aufserordentlich viel höher als das von Wollstoff, es wird also vom Finger zum Metall mehr Wärme abgeleitet als zum Wollstoff. Dieser Unterschied des Wärmeflusses mufs die Grundlage für die verschiedene Beurteilung der berührten Körper nach ihrem Temperatureindruck bilden. Ganz gelöst ist damit die von uns aufgeworfene Frage noch nicht. Es versteht sich nicht von selbst, dafs der eintretende thermische Erregungszustand der Haut auf die berührenden Gegenstände und nicht auf den eigenen Leib bezogen wird, es erscheint zunächst auch merkwürdig genug, dafs Metall uns positiv kalt, Wollstoff uns ebenso positiv warm vorkommt, obgleich in b e i d e n Fällen ein Wärmeabflufs vom Körper zum Objekt erfolgt und auch die Beheizung des Wollstoffs im — theoretischen — Grenzfall nur bis zur Temperatur der Haut erfolgen kann. Da das tastende Organ bei Aufsentemperaturen, die unter seiner eigenen liegen, immer Wärme abgeben mufs, wäre nur zu verstehen, dafs alle betasteten Körper, wenigstens bei kürzerer Berührung, den Eindruck der Kühle, wenn auch einer von Fall zu Fall verschieden ausgeprägten, machen. Den vorstehend aufgeworfenen und anderen damit zusammenhängenden Fragen gehen wir am besten mit folgenden Experimenten nach.

Wir wählen aus den oben (§ 29) verwandten Materialien 10 aus und zwar die unter 2, 5, 13, 15, 16, 20, 21, 28, 35, 40 angeführten, fügen als 11. eine Bleiplatte hinzu und legen sie alle zum Vergleich paarweise oder zur absoluten Beurteilung ihres thermischen Eindrucks einzeln vor. Die Betastung erfolgt mit der Hand, wobei die Vp. sowohl die Finger wie die Handfläche verwenden darf. Die Urteile sind sicherer, wenn die tastende Fläche gröfser ist, vermutlich aus zwei Gründen. Der Wärmeabflufs von der Haut geschieht bei Beginn der

[1] „Der zeitliche Verlauf der Temperaturänderung an der Hautoberfläche kann bei gleicher Berührungsfläche und gleichem Material dargestellt werden als eine Funktion der Wärmemengen, die bis zum Ausgleich der Temperaturen übergeführt werden müssen." M. v. Frey, Tigerstedts Handbuch d. phys. Methodik III, 1 S. 4.

Berührung energischer als später, wo schon ein teilweiser Ausgleich erfolgt ist; je mehr neue Stellen der Haut in die Aktion eintreten, um so häufiger setzt also der kräftige Wärmeabfluſs ein. Zweitens ist die gröſsere Fläche darum vorteilhafter, weil dabei eine Summation der Erregungen der einzelnen Sinnesflächen erfolgt. Eine Analogie hierzu liefert die bessere Erkennbarkeit einer Farbe mit zunehmender Farbfläche. Es wurde durch Einschaltung genügend groſser Pausen dafür gesorgt, daſs die Hand der Vp. jedesmal wieder ihre normale Temperatur annahm. Beobachter waren bei den Hauptversuchen D., K., L. und Frl. cand. phil. KAGAN, bei gelegentlichen Beobachtungen R., Herr stud. med. FISCHEL (F.) und Herr stud. phil. NOLDT (N.). Bei der paarweisen Vergleichung ergab sich unter Berücksichtigung aller Urteile ($n = 4$) unserer Vpn. folgende Reihe, geordnet von den kälteren zu den wärmeren Stoffen. 1. Aluminiumblech, 2. Bleiplatte, 3. Glas, 4. Wachstuch, 5. Pappe, 6. Holz, 7. Leinen, 8. Seide, 9. Frotté, 10. Samt, 11. Tuch. Die Streuung der Urteile war auſserordentlich klein. Ursprünglich operierte ich mit 16 Stoffen, ich schied aber 5 davon aus, weil infolge zu geringer thermischer Charakterunterschiede zwischen einzelnen Reihengliedern die Urteile zu unsicher wurden. Es kam mir bei diesen ersten Versuchen darauf an, mit einer Reihe thermisch gut unterscheidbarer Glieder zu arbeiten, und eine solche Reihe liegt hier vor.

Ich kann nur für eine kleine Anzahl unserer 11 Stoffe, nämlich soweit es sich um technisch definierte handelt, Wärmeleitvermögen und spezifische Wärme angeben, es besteht aber kein Grund zur Annahme, daſs die thermischen Charaktere der Stoffe, die nicht genügend definiert sind, um auch für sie die betreffenden Zahlenangaben machen zu können, sich nicht unserer Aufstellung über die Ursache der Invarianz der thermischen Rangfolge von Materialien fügen würden.[1] Die

[1] Es ergeben sich nach LANDOLT-BÖRNSTEIN, Physikalisch-chemische Tabellen, 3. Aufl., Berlin 1905, sowie nach der „Hütte“, 23. Aufl., 1920 folgende Zahlen.

	Wärmeleitvermögen	Spezif. Wärme
1. Aluminiumblech	0,48	0,22
2. Bleiplatte	0,081	0,031

grundsätzliche Gültigkeit unseres Satzes würde übrigens auch durch kleinere Abweichungen, die sich etwa doch ergeben sollten, nicht erschüttert werden, solche Abweichungen sind vielmehr geradezu zu erwarten infolge der besonderen Umstände, unter denen die Materialien dargeboten werden. Je ebener und glatter die Oberfläche eines Körpers bei gleichbleibendem Material ist, um so besser kann der Wärmeabfluſs vom berührenden Finger erfolgen. Ein Körper von höherem Wärmeleitvermögen wird also bei unebener und rauher Oberfläche wärmer erscheinen können als ein Körper von schlechterem Wärmeleitvermögen bei ebener und glatter Oberfläche. Auch daſs die Webstoffe auf Unterlagen von anderem thermischen Charakter dargeboten werden als dem eigenen, muſs eine Abweichung von dem sonst zu erwartenden Resultat bedingen — über diese Abweichung selbst wird § 37 berichten.

Operiert man mit Materialien von annähernd gleicher spezifischer Wärme, aber von verschiedenem Wärmeleitvermögen, so tritt der Einfluſs des letzteren Faktors isoliert hervor. Vergleicht man die in der folgenden Tabelle aufgeführten 3 Materialien von annähernd gleicher spezifischer Wärme, so ergibt sich entsprechend der Verschiedenheit der Wärmeleitzahlen, daſs Schwefel etwas wärmer als Glas, Glas wärmer als Aluminium erscheint.

	Wärmeleitvermögen	Spezif. Wärme
Aluminiumblech	0,48	0,22
Glas	0,001	0,19
Schwefel	0,0006	0,18

Der erste Versuch hat in einem Zimmer von etwa 18° stattgefunden. Ich wiederholte ihn nun bei Temperaturen von

---

	Wärmeleitvermögen	Spezif. Wärme
3. Glas	0,001	0,19
4. Wachstuch	—	—
5. Pappe	0,00045	—
6. Holz	0,00030	0,65
7. Leinen	—	—
8. Seide	0,00006	—
9. Frotté	—	—
10. Samt	—	—
11. Tuch	0,000057	—

Diese Zahlen beziehen sich auf das Wärmeleitvermögen von Silber = 1 und auf die spezif. Wärme von Wasser = 1. Die für Holz mitgeteilte Zahl gibt das Wärmeleitvermögen bei Schnittrichtung längs der Faser.

— 3° bis + 26° und dabei ergab sich, dafs die von uns gefundene Reihe der Stoffe erhalten bleibt. Es besteht also jedenfalls Invarianz der thermischen Reihe gegenüber einer Variation der Aufsentemperatur in den von uns gewählten Grenzen. Der Satz — wir wollen ihn der Kürze wegen als thermischen Invariantensatz bezeichnen — erfährt in seiner grundsätzlichen Bedeutung keine Beeinträchtigung dadurch, dafs die thermischen Unterschiede bei den niedrigeren Temperaturen undeutlicher, die äufsersten Glieder der Reihe sich genähert erscheinen, worunter die Sicherheit der Urteile etwas leidet. Es liefs sich nicht vermeiden, dafs sich die Tastorgane bei den Versuchen mit niedrigeren Temperaturen, die im Winter im Freien stattfanden, an der Luft etwas abkühlten, und es lag in der Natur der Sache, dafs sie sich bei der Berührung mit den niedrig temperierten Stoffen stark und schnell abkühlten, was beides zur Minderung der Urteilssicherheit beigetragen haben dürfte.[1] In späteren Versuchen wird sich übrigens zeigen, dafs auch bei sehr hohen Temperaturen die Urteilssicherheit gemindert wird.

Wir gehen zu neuen Versuchen über. Die Betastung erfolgt nicht mehr mit der Hand, sondern mit den Lippen, wobei die Vp. selbst die Tastflächen in der ihr vorteilhaft erscheinenden Weise an die Lippen zu bringen hat. Es ergibt sich dieselbe Reihenfolge der Stoffe wie für die Hand bei Temperaturen von — 3° bis + 26°. Der thermische Invariantensatz hat also auch für die Lippen Gültigkeit. Die thermischen Differenzen erscheinen an den Lippen deutlicher, die Urteile werden darum schneller und mit gröfserer Sicherheit abgegeben. Das dürfte dadurch bedingt sein, dafs wegen der weit dünneren Epidermis an den Lippen der Wärmeabflufs hier viel leichter erfolgen kann. Mit den Fingern kann man einen sehr heifsen Gegenstand kurze Zeit angreifen, ohne dafs die Temperatur unerträglich schmerzhaft würde, der Schmied ergreift wohl gar glühende Kohlen für kurze Zeit: mit den Lippen würde

[1] Ob dabei eine Änderung des Wärmeleitvermögens der Epidermis, welches als sehr schlecht bekannt ist, im Spiel ist, vermag ich nicht zu sagen. Die Epidermis ist nach Spalteholz blutleer, wogegen die obere Kutisschicht, der Papillarkörper, eine sehr gute Blutversorgung aufweist. *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1893.

man so etwas nicht ausführen können. Die gröfsere Temperaturempfindlichkeit der Lippen mufs die Erkennung von Materialien, die durch den Temperatureindruck mitbestimmt wird, ganz wesentlich unterstützen.

Nun zu den Versuchen mit absoluter Beurteilung des Wärmeeindrucks. Die Tastflächen werden in einer durch den Zufall bestimmten Reihenfolge dargeboten. Wir beschränken uns auf die ausführliche Mitteilung der Urteile der Vp. K. 1. Aluminiumblech: aufserordentlich kalt, Kälte nimmt mit der Betastungszeit zu. 2. Bleiplatte: Nicht ganz so kalt wie Aluminium. 3. Glas: sehr kalt. 4. Wachstuch: ausgesprochen kühl. 5. Pappe: weder kalt noch warm. 6. Holz: eher kühl. 7. Leinen: weder warm noch kalt. 8. Seide: entschieden kühl. 9. Frotté: indifferent bis kühl. 10. Samt: ziemlich warm, bei längerer Betastung nicht mehr so warm. 11. Tuch: absolut warm, ohne sich in der Zeit wesentlich zu ändern.

Konstruiert man aus diesen Einzelurteilen eine geordnete Reihe, so stimmt diese nicht ganz mit derjenigen überein, die sich bei den Versuchen mit paarweiser Vergleichung ergeben hat. Die Abweichungen beziehen sich allerdings nur auf einige mittlere, nicht auf die äufseren Glieder der beiden Reihen. Das Resultat kommt nicht überraschend, man bedenke, dafs man vermutlich auch bei der absoluten Beurteilung von 10 Gliedern der Schwarz-Weifs-Reihe nicht zu derselben geordneten Reihe kommen würde wie bei einer vergleichenden Methode des Ordnens. Bei jeder absoluten Beurteilung von Sinneseindrücken wird eine höhere Leistung verlangt als bei einem Vergleich. Mit Rücksicht auf das Ungewohnte der Aufgabe mufs die Leistung der Vp. K. — die anderen Vpn. zeigen ähnliche Leistungen — als sehr beträchtlich bezeichnet werden.

3. Versuche im Wärmekasten. Wenn tatsächlich der Temperatureindruck eines Körpers durch den Wärmeabflufs von der Haut bestimmt wird, dann müfste es zu ganz neuartigen Phänomenen kommen, sobald die Temperatur des Körpers die des Tastorgans übersteigt. Hat das Objekt die höhere Temperatur, so mufs von ihm Wärme auf den Organismus übergehen und zwar um so mehr, je besser das Wärmeleitvermögen des Objekts ist. Der Eindruck, den wir von unseren Materialien erhalten, müfste sich also dahin ändern,

dafs das Aluminiumblech am wärmsten, Tuch am wenigsten warm erscheint. Zur experimentellen Prüfung dieser Aufstellung wurde folgende Konstruktion eines Wärmekastens als einfach und zweckmäfsig erprobt. Eine Dunkeltonne, deren vordere Wand entfernt war, wurde mit 4 grofsen Ziegelsteinen beschickt, die in einem Ofen auf hohe Temperatur gebracht werden konnten. Der Raum über den Steinen liefs sich leicht auf Temperaturen bis 50° bringen. In ihn wurden die Tastflächen hineingebracht und dort auch von der Hand betastet. Um schnelle Abkühlung zu vermeiden, wurde die Dunkeltonne allseitig mit einem dicken isolierenden Wolltuch umwickelt. Dieses hing, um das Entweichen der erwärmten Luft zu verhindern, über die vordere Öffnung herüber, durch welche die Vp. ihre Hand einführte. Damit die Tastflächen nicht unmittelbar mit den heifsen Steinen in Berührung kamen, wurden sie auf einer dicken Pappe zur Betastung dargeboten, die oberhalb der Steine angebracht und durch eine isolierende Luftschicht von ihnen getrennt war. Die Erwärmung der Tastfläche erfolgte also nur durch die sie umgebende Luft in dem oberen Teil der Dunkeltonne. Die Tastflächen nahmen bei hinreichend langem Aufenthalt in dem Luftraum dessen Temperatur an, welche vermittels Thermometer festgestellt wurde.

Es wird in dem für die Temperatur der Tastflächen mafsgeblichen Luftraum eine etwa 7° über Leibestemperatur liegende von 44° erzeugt. Die Materialien (mit Ausnahme von Nr. 2) werden zum paarweisen Vergleich vorgelegt, nur dieses Verfahren konnte in Frage kommen. Von den Vpn. K., F., N. und R. wird übereinstimmend folgende Reihe der Materialien aufgestellt, angeordnet von den weniger warmen zu den wärmeren:

1. Tuch.	2. Samt.	3. Holz.	4. Wachstuch.	5. Glas.	6. Aluminiumblech.
	(Frotté)	(Pappe).			
	(Seide)	(Leinen).			

Fassen wir zunächst einmal nur die 6 Tastflächen ins Auge, die wir nicht eingeklammert haben, so ergibt ein Vergleich mit der oben (S. 166) aufgestellten Reihe, dafs sich die Reihenfolge gerade umgekehrt hat. Wir können sagen: Bei einer Temperatur über Leibeswärme gilt der thermische Invariantensatz unter Umkehrung der thermischen Reihe. Es

bestätigt sich also die aus unserer Theorie abgeleitete Vermutung, dafs bei Temperaturen, welche die Leibestemperatur übersteigen, die Stoffe von höherem Wärmeleitvermögen wärmer erscheinen müssen als die von niedrigerem. In keinem Falle hat sich eine direkte Umstellung zweier Stoffe ergeben. Die Reihe ist weniger differenziert, sie ist kürzer geworden; Samt, Frotté und Seide und ebenso Holz, Pappe und Leinen werden nicht mehr wie früher voneinander unterschieden. Bei dieser hohen Temperatur fühlen sich alle Tastflächen schon ungemütlich heifs an, so dafs man die Finger nicht gern lange auf ihnen ruhen läfst, um zu einem sicheren Urteil zu gelangen. Damit soll aber nicht gesagt sein, dafs dies allein den Rückgang der Unterschiedsempfindlichkeit erklärt. Die höhere Temperatur läfst übrigens nicht nur manche Unterschiede ganz verschwinden, sondern es erscheinen auch alle Differenzen der erhaltenen Reihe von 1—6 kleiner, die äufsersten Glieder Tuch und Aluminium stehen sich viel näher als bei niedrigeren Temperaturen. Das Kürzerwerden der thermischen Reihen bei niedrigen und bei sehr hohen Temperaturen erinnert an die Verkürzung der Schwarz-Weifs-Reihe bei sehr hoher und sehr niedriger Beleuchtung. In beiden Sinnesgebieten wird das Optimum der Leistung in einer mittleren Region mit der besten Abgestimmtheit der Sinnesorgane auf diese Region zu erklären sein.

Ich habe im Wärmekasten einige Versuche bei einer Temperatur angestellt, die etwa der Eigentemperatur der tastenden Hand entsprach. Ich konnte nun das Metall thermisch kaum noch vom Tuch unterscheiden, offenbar, weil es mit dem Aufhören einer Temperaturspannung überhaupt auch keinen Unterschied der Wärmespannung bei den einzelnen Materialien mehr gab, der eine Verschiedenheit ihres Wärmeeindrucks herbeiführen konnte. Sehr auffällig ist angesichts des Fortfalls eines Wärmeüberganges auf die Haut die Tatsache, dafs die Stoffe doch alle sehr heifs bis brennend erscheinen, auf ähnliche Erscheinungen kommen wir noch unten (§ 37) zurück.

Wie steht es mit der absoluten Erkennung der einzelnen Stoffe bei hohen Temperaturen? Beeinträchtigt ist sie bei allen, aber in sehr verschiedenem Grade. Am meisten leidet die Erkennbarkeit der Stoffe, die für gewöhnlich ausgesprochen kühl

sind, wie Metall und Glas. Man kann diese beiden tatsächlich an ihrer Oberflächenbeschaffenheit allein nicht mehr erkennen, dasselbe gilt für Wachstuch. Alle anderen Stoffe unserer Reihe, die thermisch einen neutralen oder warmen Eindruck machen, werden zwar noch richtig beurteilt, aber es macht doch beträchtliche Schwierigkeiten. Wohlgemerkt: Es ist hier von der absoluten Erkennung der Materialien die Rede, nicht von der gegenseitigen Unterscheidbarkeit ihrer Oberflächenstrukturen; was diese letztere angeht, so wird sie von der Änderung der Temperatur kaum berührt. Also auch Metall, Glas und Wachstuch werden noch voneinander und von den anderen Stoffen unterschieden, nur nicht mehr ihrem Stoff nach erkannt. Was ergibt sich aus diesen Feststellungen für normale Temperaturen? Setzen wir Aufsentemperaturen voraus, die unter Leibeswärme liegen — und dieser Zustand ist ja der unbedingt vorherrschende — so gilt für den Einflufs der thermischen Komponente im Tasteindruck auf das Erkennen von Materialien folgendes: Die thermische Komponente ist für den Erkennungsvorgang unentbehrlich bei denjenigen Stoffen, die wie Metall, Glas, Wachstuch einen ausgesprochen kühlen Eindruck machen — wenn Stoffe dieser Art absolut erkannt werden, so ist das also sowohl durch ihre Oberflächenbeschaffenheit wie durch ihre thermische Beschaffenheit bedingt — sie ist nicht unentbehrlich, sondern sie erleichtert nur und zwar meist in sehr wesentlichem Grade das Erkennen bei denjenigen Stoffen, die thermisch einen neutralen oder warmen Eindruck machen.

Es gibt noch andere Methoden als die vorstehend in Anwendung gekommene, um die Bedeutung der thermischen Komponente für die Erkennung von Materialien zu studieren. Sehr einfach ist z. B. folgende, die sich die Tatsache zunutze macht, dafs die Erregung der Wärme- und Kältepunkte langsamer erfolgt als die der Druckpunkte. Wir berühren die Glieder unserer Materialserie so kurz, dafs kein den Stoff charakterisierender Wärmeausgleich eintreten kann.[1] Es machen

[1] Es ist ja bekannt, dafs ein Metall, das so heifs ist, dafs es bei dauernder Berührung die Haut verbrennen würde, bei kürzester Berührung keine Temperaturempfindung herbeiführt.

dann alle Glieder einen thermisch neutralen oder richtiger gesagt unbestimmten Eindruck. Die Folge für die Erkennung der Materialien? Die Erkennung der kühlen Stoffe leidet darunter wesentlich stärker als die der warmen. Metall und Glas werden nicht, Wollstoff dagegen wird erkannt. Die neue Methode führt also zu demselben Resultat wie die mit Temperaturerhöhung arbeitende.

Auch durch Verwendung eines gut isolierenden Zwischenmediums, z. B. eines Wollhandschuhs, kann man die verschiedene thermische Wirksamkeit der Stoffe nahezu ganz ausschalten. Wenn die Erkennung der meisten Stoffe nun ausbleibt, so ist das allerdings nicht vornehmlich durch den Fortfall der thermischen Qualitäten bedingt, sondern durch die Änderung des Eindrucks der Oberflächenstrukturen. Durch die Verhinderung der Wärmeabgabe bei Verwendung eines Zwischenmediums büfst der Tasteindruck etwas ein, was ich als seine Lebendigkeit oder Belebtheit bezeichnen möchte, der Tasteindruck nimmt etwas Starres, Totes an. Besonders deutlich wird dies, und das ist nicht schwer zu erklären, wenn es sich um die Betastung eines lebenden Wesens handelt. Ich glaube, der Vorzug, den Amputierte häufig dem Tasten mit dem blofsen Stumpf gegenüber der Verwendung der Prothese geben, hängt mit der thermischen Belebtheit des Eindrucks zusammen, wofür auch die beste Prothese mit ihrer thermischen Isolierung keinen Ersatz bieten kann.

Wie ist die Tatsache zu erklären, dafs die Erkennung von ausgesprochen kühlen Stoffen so viel stärker von dem Temperaturfaktor abhängt als die von thermisch neutralen oder warmen Stoffen? Ich glaube, es hängt damit zusammen, dafs der Kälteeindruck, den manche und zwar sehr wenige Stoffe machen, viel markanter ist als der Wärmeeindruck, den andere und zwar die meisten Stoffe machen. Das Gedächtnis ist also bei den kalten Stoffen nicht in dem Mafse wie bei den anderen darauf angewiesen, sich auch die anderen Eigenschaften, die zum Erkennen führen können, d. h. die der Oberflächenstruktur, einzuprägen. Das geschieht nur soweit, als es zur Differenzierung der Gesamtheit der kalten Stoffe nötig ist (neben Glas und Metall nenne ich z. B. noch Porzellan, Stein, Steingut, Marmor, Gips). Liegt ein Körper aus der Gruppe der kalten

vor, so reicht für die Differenzierung meist das aus, was sich das Gedächtnis noch über deren Oberflächenstrukturen gemerkt hat. Entfällt aber das thermische Moment aus irgendeinem Grund im Gesamteindruck, oder erfährt es eine Wandlung ins Konträre, so ist auch der Differentialdiagnose der Boden entzogen. Anders ist die Situation bei den thermisch neutralen oder warmen Stoffen. An und für sich sind sie thermisch nicht so eindrucksvoll, dazu kommt, daſs sie unter den Stoffen, mit denen uns das tägliche Leben in Berührung bringt, die überwiegende Majorität ausmachen. Also müssen wir mehr auf die differenzierenden Oberflächenstrukturen achten und muſs das Gedächtnis diese stärker einprägen, wenn wir sie später wiedererkennen wollen. Entfällt nun bei ihnen die thermische Komponente oder erfährt sie eine starke Änderung, so erweist sich das nicht als verhängnisvoll. Das Gedächtnis kann immer noch zum Ziel, zur Erkennung kommen, indem es sich auf die eingeprägten Oberflächenstrukturen stützt.

4. Spezifische und typische Wärmegestalten. Prägnanz der Temperaturgestalt. Jeder den Charakter eines Stoffes mitbestimmende thermische Eindruck hat eine ihm eigentümliche zeitliche Gestalt. Das hat mit der bereits besprochenen verzögert einsetzenden Erregung des Temperatursinns nichts zu tun, vielmehr bedeutet es, daſs der über einen längeren Zeitraum (meist einige Sekunden) sich erstreckende und sich ändernde Verlauf der Temperaturempfindung, die beim Betasten eintritt, ein einheitliches Ganzes bildet[1], daſs sich dieses mit dem Material ändert und so den Stoff thermisch zu charakterisieren vermag. Wir wollen hier von einer Temperaturgestalt sprechen. Jedes Material hat nun seine spezifische Temperaturgestalt. Es gibt Gruppen von Stoffen, die sich thermisch nahestehen, deren Temperaturgestalten einander ähnlich sind. Das gilt z. B. für die gebräuchlichsten Metalle, die an den Körpern unserer Umgebung auftreten, für die gebräuchlichsten Holzarten, Web-

[1] Auch A. Voigt hat darauf hingewiesen, daſs bei der Temperaturempfindung nicht ein unveränderlicher Zustand, sondern ein Vorgang Gegenstand der Beurteilung ist. Dieser Autor ist auch ausführlicher auf die theoretischen physikalischen Grundlagen des Wärmeausgleichs eingegangen. *Zeitschr. f. Psychol.* 56, 1910, S. 346.

stoffe, Papierarten, mit denen wir es zu tun haben. So kann es zu typischen Temperaturgestalten, also zur Temperaturgestalt der Metalle, Hölzer, Webstoffe, Papiere usw. kommen. Die Temperaturgestalten werden dem Gedächtnis eingeprägt und helfen beim Wiedererkennen der Stoffe.[1] Häufiger, weil es leichter ist, wird eine typische als eine spezifische Temperaturgestalt erkannt, man kann also etwa auf Grund des thermischen Eindrucks eher sagen, etwas sei irgendein Holz, als Eichen-, Kiefern- . . . Holz.

Ich habe einige Versuche mit einer Reihe von Metallen durchgeführt (Kupfer, Aluminium, Messing, Zink, Eisen, Zinn und Blei), die sich alle nach Wärmeleitvermögen und spezifischer Wärme mehr oder weniger voneinander unterscheiden. Alle 7 Stoffe werden auf Grund ihrer typischen Temperaturgestalt als Metalle erkannt. Was ihren spezifischen Wärmeeindruck anbetrifft, so lassen sich nur einige mit Sicherheit voneinander unterscheiden, wie z. B. Blei von Kupfer, welch letzteres ein etwa 11mal höheres Wärmeleitvermögen und eine 3mal höhere spezifische Wärme hat als Blei. Nach meinen Versuchen scheint es mir sicher, dafs man es durch Übung dahin bringen könnte, fast alle Metalle unserer Serie nach ihrer spezifischen Temperaturgestalt voneinander zu unterscheiden.

Ich glaube, durch Beobachtung von Vpn. sowie durch Selbstbeobachtung festgestellt zu haben, dafs man beim Tasten, das auf Erkennung thermischer Eigenschaften gerichtet ist, sich darum bemüht, die typischen und wenn möglich auch die spezifischen Temperaturgestalten der Materialien zu möglichster Prägnanz herauszuarbeiten.[2] Zunächst versucht man

---

[1] Es wird also das absolute Temperaturgedächtnis in Anspruch genommen. Es ergibt sich schon aus diesen unseren Feststellungen, dafs dessen Leistungsfähigkeit beträchtlich sein mufs. Lehrreich wäre ein Vergleich mit dem absoluten Farbengedächtnis, welches nach den Versuchen von Lotte v. Kries und Elisabeth v. Schottelius auch sehr leistungsfähig ist. *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.* 42, 1908.

[2] Die Verknüpfung der Materialien mit ihren spezifischen resp. typischen Temperaturgestalten hat rein empirischen Charakter. Herausarbeitung der Prägnanz einer Temperaturgestalt heifst, die für ihre Erkennung günstigsten psychophysiologischen Bedingungen schaffen. In

sich darüber zu orientieren, ob man es eher mit einem warmen oder mit einem kalten Stoff zu tun hat. Ist das erstere der Fall, so neigt man mehr dazu, die Tastbewegungen auf kleinem Bezirk durchzuführen, bei kühleren Körpern macht man ausgiebigere Bewegungen. Warum? Durch Tasten auf engem Bezirk heizt man den Stoff an, infolge des schlechten Wärmeleitvermögens gibt es eine Art Wärmestockung, und der Eindruck, es mit einem warmen Körper zu tun zu haben, wird in der Zeit deutlicher. Umgekehrt beschleunigt man durch Betasten immer neuer Stellen eines guten Leiters den ohnehin guten Wärmeabflufs und erhöht so den Eindruck, es mit einem kalten Körper zu tun zu haben.[1] Die besondere Art des Tastens dient also in beiden Fällen der Herausarbeitung prägnanter Temperaturgestalten. Darauf, was Temperaturgestalten sonst noch zu leisten vermögen, kommen wir im nächsten Paragraphen zu sprechen.

Anhang. Schweißsekretion und Tasten.

Die Versuche mit hohen Temperaturen können auch einen Beitrag zur Aufklärung der Frage liefern, welchen Einflufs die Schweifssekretion auf die Tastleistung ausübt. Eine normal temperierte Hand wird immer geringe Spuren von Schweifsfeuchtigkeit aufweisen. Das Mafs der Schweifsabsonderung an den Fingern kann man durch ein gegenseitiges Betasten der Finger mit einiger Sicherheit subjektiv ermitteln. Auch die normale Schweifsfeuchtigkeit kann den Tasteindruck

---

der Gestalttheorie hat der Begriff „Prägnanz der Gestalt" eine andere Bedeutung.

[1] Selbst in Fällen, wo ein Urteil über die thermischen Qualitäten langsamer zustande kommt, wird eine Urteilszeit von etwa 10 sec nicht überschritten. Es besteht also in der Regel keine Möglichkeit, dafs infolge sehr lange dauernder Berührung die Temperaturempfindung ganz verschwindet, es findet keine völlige thermische Adaptation statt. Holm fand, dafs bei dauernder Reizung mit dem konstant temperierten Thunbergschen Temperator die Temperaturempfindung (an der Bauchhaut) bei 10, 15, 20 und 25° erst verschwand nach 165, 112, 72 und 47 sec *Skand. Arch. f. Physiol.* **14**, 1903. Über die thermischen Adaptationserscheinungen unterrichtet gut die oben angeführte monographische Darstellung des Hautsinns von Thunberg.

beeinflussen, am stärksten bei glatten Flächen, die keine Feuchtigkeit aufzusaugen vermögen und zugleich ein gutes Wärmeleitungsvermögen haben, wie z. B. Metall und Glas. Der Schweifs schlägt sich auf derartigen Medien nieder und wirkt dann wie eine ein wenig klebrige Zwischenschicht. Jeder kennt die stockend holperige Bewegung auf Glas und Metall bei stark schwitzenden Fingern, einen Ansatz dazu haben wir auch bei den schwächsten Graden der Tätigkeit der Schweifsdrüsen. Bei Versuchen mit hohen Temperaturen im Wärmekasten erfolgt die Verdunstung der Schweifsfeuchtigkeit an den Tastflächen so schnell, dafs sie sich gar nicht geltend machen kann. (Vorausgesetzt ist dabei, dafs die Hand nur kürzere Zeit der hohen Temperatur ausgesetzt wird und nicht zum starken Transpirieren kommt.) Das wird nun am auffälligsten bei unseren Flächen Glas, Aluminium und Wachstuch. Dieser Versuch läfst den Anteil deutlich in die Erscheinung treten, den die Schweifssekretion normalerweise an der Bestimmung des charakteristischen Eindrucks dieser Materialien hat. Ich möchte glauben, dafs der wegfallende Einflufs der Schweifsfeuchtigkeit auf den Tasteindruck neben dem veränderten thermischen Eindruck dazu beiträgt, bei hohen Temperaturen jene Materialien unerkennbar zu machen. Der Anteil der Schweifsfeuchtigkeit an der Charakterisierung von Flächen, die wie die meisten Webstoffe einerseits schlechte Wärmeleiter sind und darum den Niederschlag weniger auf sich ziehen, andererseits infolge ihrer physikalischen Struktur die doch zum Niederschlag kommende Feuchtigkeit stärker zu absorbieren vermögen, ist viel geringer als bei den zuerst behandelten Stoffen. Ohne jede Bedeutung ist allerdings auch hier die Schweifssekretion nicht, was daran zu erkennen ist, dafs der Tasteindruck sich ändert, wenn die tastenden Finger mit einer Spur trocknenden Puders versehen werden. Die Flächen erscheinen dann glatter infolge Verminderung der gleitenden Reibung. Zwischenmedien wie Collodium und Leukoplast verhindern natürlich auch, dafs die Schweifsfeuchtigkeit beim Tasten sich Geltung verschafft. Die Schweifsfeuchtigkeit macht die Bindung zwischen Tastorgan und Tastfläche inniger, starkes Transpirieren kann sie bis zur Haftreibung treiben, die dem Hantieren mit schweren Werkzeugen

vorteilhaft ist. Wo bei schwieligen Händen die Schweifssekretion nicht ihre volle Wirkung entfalten kann, hilft ihr der mit Spaten oder Axt hantierende Arbeiter in der bekannten nicht ganz appetitlichen Weise nach.

Wollten wir uns etwas wohlfeiler Methoden zur Aufhellung zweckmäfsiger Einrichtungen des Organismus bedienen, so wäre die Erklärung der Tatsache, dafs die Hand wohl der am stärksten transpirierende Teil des Leibes ist, der nicht von Haar bedeckt ist, nicht allzu schwer. Vorläufig wollen wir es nur als eine Tatsache herausstellen, dafs die Schweifssekretion an der Hand zum mindesten für das Hantieren mit manchen Werkzeugen vorteilhaft ist. Man hat angefangen, sich mit dem nervösen Mechanismus der Schweifssekretion, die ja eine eminente biologische Bedeutung hat, stärker zu beschäftigen.[1] Ich selbst habe Versuche in Angriff genommen darüber, ob die Schweifssekretion unmittelbar oder mittelbar vom Willen abhängt.[2] Sie versprechen auch neues Licht auf die allgemeinere Bedeutung der Schweifssekretion für das Tasten zu werfen. Mit einer stark vergröfsernden Lupe kann man den Austritt der Schweifströpfchen an den Papillenleisten gut verfolgen.

§ 37. Temperaturgestalt und Wärmekapazität der Körper.

Die Wärmekapazität eines Körpers hängt ab von der spezifischen Wärme seines Materials sowie seiner Masse.[3] Wir

---

[1] Man vergleiche hierzu z. B. L. Löhner, *Pflügers Archiv* 122.

[2] Billigheimer (*Münch. med. Wochenschr.* 68, 1921) nimmt zerstreute an die einzelnen motorischen Rindenfelder gebundene zerebrale Schweifszentren an. Auf einen solchen Sachverhalt weist auch die isolierte Zunahme der Schweifssekretion an den zum Tasten herangezogenen Teilen der Hand hin.

[3] „Jeder die Haut berührende Gegenstand, dessen Temperatur von derjenigen der oberflächlichsten Hautschicht differiert, der also die allgemeine Bedingung für thermische Reizung erfüllt, mufs aufserdem je nach seiner Temperatur eine gewisse minimale Wärmekapazität haben, um überhaupt eine Temperaturempfindung hervorzurufen." Thunberg, a. a. O. S. 684. — L. F. Barker fand bei Verwendung kleiner Stücke feinen Kupferdrahtes die zur Erregung der Kältepunkte nötige kleinste Wärmeentziehung = 2,4 Mikrokalorien. *Deutsche Zeitschr. f. Nervenheilk.* 8.

wollen noch einige Experimente anstellen über den Einfluſs, den die Wärmekapazität eines Körpers auf seinen thermischen Eindruck ausübt. Ich bringe auf einer dicken Pappunterlage nebeneinander dünne Zinnfolie in einfacher und in achtfacher Schicht an. Betaste ich beide Flächen in der Weise, daſs die Finger nicht an derselben Stelle verweilen, sondern herumwandern, so erscheinen sie thermisch gleich und zwar beide kühl. Verweile ich dagegen mit den Fingern mehr an einer Stelle, so macht die achtfache Schicht einen deutlich kühleren Eindruck. Die Erklärung ist leicht gegeben. Leitungsvermögen und spezifische Wärme sind auf beiden Seiten gleich, aber die Wärmekapazität der achtfachen Schicht ist gröſser, infolgedessen ist hier der Wärmeabfluſs von der Hand stärker, es muſs sich der Eindruck einer intensiveren Kühle einstellen. Die einschichtige Zinnfolie ist von dem Finger bald angeheizt, an der schlechter leitenden Unterlage tritt eine Wärmestockung ein, die sich in der Temperaturgestalt deutlich bemerkbar macht. Die Temperaturgestalt nimmt in letzterem Fall einen unerwarteten Verlauf, der Beobachter rechnet nach dem ersten Eindruck mit einer anderen Fortsetzung. Wo uns Metallgegenstände im täglichen Leben begegnen, haben sie in der Regel nicht die Form einer so dünnen Schicht wie die Zinnfolie, sie sind kompakter und können demzufolge gröſsere Wärmemengen aufnehmen. So ungeheuer mannigfaltig auch Zufall und Absicht die Verteilung der verschiedenen Materialien gestaltet, so herrscht trotzdem eine gewisse Regelhaftigkeit bezüglich der Massivität, mit der sie an den Dingen unserer Umgebung auftreten. Holz wird in der Regel nicht mit der Dicke von Pergamentpapier vorkommen. Wolle, Baumwolle, Leinen, Seide, überhaupt alle Webstoffe treten in ihren eigentümlichen Dickenschichten auf. Bei anderen Materialien wie Papier, Leder, Glas, Porzellan, Gips variiert die Dickenschicht, aber doch nicht ganz regellos. Das hat zur Folge, daſs unsere Erfahrung von der thermischen Natur dieser Stoffe von der vorherrschenden Massivität ihres Auftretens nicht unberührt bleibt. Die typische Temperaturgestalt eines Stoffes hängt also auch von dessen Wärmekapazität ab. Kommt es jetzt zu einer von der Regel s e h r s t a r k abweichenden Form im Auftreten eines Materials, so beginnt zwar beim Betasten die

Temperaturgestalt mit ihrem typischen Anfang, sie nimmt dann aber weiter einen anomalen Verlauf. Erläutert an dem Experiment mit der Zinnfolie: Beim Betasten der einschichtigen Zinnfolie setzt die für Metalle typische Temperaturgestalt ein, erfährt aber infolge der unerwartet niedrigen Wärmekapazität eine Umbiegung.

Man kommt von der von uns gewählten Form des Versuchs mit der Zinnfolie leicht zu anderen ebenso überzeugenden. Man kombiniere nur je zwei Stoffe von möglichst grofser Verschiedenheit der thermischen Leitungsfähigkeit so, dafs eine sehr dünne Schicht der einen über eine dickere der anderen zu liegen kommt. Nach einiger Übung gelingt es, allein auf Grund des thermischen Gesamteindrucks Aussagen auch über die thermischen Eigenschaften des unten liegenden Stoffes zu machen. Der Temperatursinn nimmt also dabei den Charakter eines Fernsinns an.[1]

Wir kommen an dieser Stelle noch einmal kurz auf die oben berührte scheinbar paradoxe Tatsache zurück, dafs Materialien wie Wolle mit schlechtem Wärmeleitungsvermögen bei Berührung mit der wesentlich höher temperierten Haut positiv warm erscheinen können. Beobachtet man ganz genau, so macht man die Feststellung, dafs tatsächlich selbst bei Berührung von Wollstoff der erste Temperatureindruck, der sich einstellt, ein kühler ist. Erst wenn man den Stoff einige Zeit, wenn auch nur für einige Sekunden, betastet hat, wird er positiv warm. Schon Hering hat sehr wertvolle hierher gehörige Beobachtungen gemacht (Sitz.-Ber. d. Wiener Akad. d. Wiss. 3, Abt. 75, 1877), die Thunberg (a. a. O. S. 684f.) mit folgenden Sätzen darstellt. „Legen wir eine Hand an einen schlechten Wärmeleiter — wie z. B. Wachstuch — von Zimmertemperatur, so fühlt sich derselbe anfangs kühl an, bald aber verschwindet die Kühle und macht einer deutlichen, bis zu einem gewissen Grade wachsenden und anhaltenden Wärmeempfindung Platz. In analoger Weise erhalten wir Wärmeempfindungen, wenn wir Handschuhe oder Kleider anziehen.

[1] Ein Archäologe hat mich einmal darauf aufmerksam gemacht, dafs man durch Betasten die Stellen ermitteln kann, wo Marmorstatuen durch einen Gipsüberzug bedeckt sind. Vermutlich führen auch hier Momente der Temperaturgestalten auf die richtige Spur.

Die so entstehende Wärmeempfindung beruht auf der durch den Wärmeaustausch entstehenden höheren Oberflächentemperatur des schlechten Wärmeleiters."

In sorgfältigen aufschlufsreichen Untersuchungen über die Temperaturempfindungen ist Ebbecke zu der Webers und Herings Theorie ergänzenden Anschauung gelangt, „dafs die Temperaturempfindung zustande kommt durch eine normalerweise vom Blutstrom unterhaltene Differenz in der Temperatur der dem Endorgan unmittelbar anliegenden Umgebung". Wenn er daraus schliefst, „wie subjektiv unsere Temperaturempfindung ist und wie die Entwicklung der Temperaturempfindungen zunächst der Erhaltung des Individuums und erst mittelbar der physikalischen Erkenntnis dient"[1], so möchte ich demgegenüber doch darauf hinweisen, dafs die Ausführungen dieses und des vorhergehenden Paragraphen die Leistungen des Temperatursinns bei der Erkenntnis der physikalischen Eigenschaften unserer Umgebung sehr beträchtlich erscheinen lassen. Der Temperatursinn nimmt durchaus eine Mittelstellung zwischen den proprio- und den exterorezeptiven Sinnen nach Sherringtons Definition ein.[2] Seine exterorezeptive Funktion ist unterschätzt worden, unsere Betrachtungen werden zu einer gerechteren Würdigung dieser seiner Seite führen.

§ 38. Formung von Temperatureindrücken.

1. Lokalisation und Formung reiner Temperatureindrücke. Druckpunkte sowie Wärme- und Kältepunkte sind in der Haut so durcheinander gelagert, dafs man bei flächenhafter Reizung immer mit einer gleichzeitigen Erregung von taktilen und thermischen Punkten rechnen mufs. Es geht ja auch aus den bisherigen Ausführungen hervor, dafs allen Eindrücken, die wir von Materialien erhalten, eine besondere thermische Färbung zu eigen ist. Der taktile Eindruck ist von Wärme oder Kälte durchsetzt, durchtränkt. Ist nun aber, so liegt es nahe zu fragen, die thermische Qualität

---

[1] S. 462 u. 436 der auf S. 21 angeführten Schrift.

[2] Das kommt auch in der Sprache zum Ausdruck. „Mir ist kalt" oder „ich friere" und „es ist kalt" oder „es friert". Bei Farben und Tönen stellt die Sprache keinen entsprechenden Ausdruck für die Charakterisierung des Empfindungsmäfsigen zur Verfügung.

auch an der eigentlichen Formung und Gestaltung der Tasteindrücke selbst beteiligt? Diese Frage ist im folgenden zu prüfen.

Es gibt jedenfalls reine Temperaturempfindungen, die keine Spur einer Formung besitzen und auch keinerlei Lokalisation erfahren. Wenn man mit sehr kalten Füſsen absolut ruhig im Bett liegt, so kann ein schmerzhaft intensiver Kälteeindruck bestehen, von dem man nicht sagen kann, er habe irgendeine Form oder er sei an irgendeiner Stelle des Körpers lokalisiert. Dieser Eindruck hat vielmehr etwas Freischwebendes.[1] Auch auf ein Äuſseres ist der Kälteeindruck in keiner Weise bezogen, er hat rein subjektiven Charakter, es fehlt ihm scheinbar der objektive Pol. Die geringste Bewegung der Füſse führt die Lokalisation herbei, man hat dann eben „kalte Füſse". Eine feste Form nimmt die Kälteempfindung dabei aber nicht an.

Man kann Wärme- und Kältepunkte ohne jedwede Erregung von Druckpunkten reizen, die Wärmepunkte durch strahlende Wärme, die Kältepunkte mit stärkerer Annäherung an punktförmige Reizung unter Verwendung von fallenden Äthertropfen.[2] Eine Lokalisation von reinen Kältereizen ist tatsächlich möglich, erfolgt aber, wovon ich mich durch Versuche überzeugt habe, nicht ganz mit der Genauigkeit wie die Lokalisation von Druckreizen.[3] Diese Feststellung genügt, um

---

[1] Ebbecke findet auch, daſs die Kälteempfindungen, die von einem längere Zeit in kaltes Wasser eingetauchten Glied herrühren, „losgelöst sind von lokalisierten Einzelempfindungen". In der auf S. 21 zitierten Arbeit.

[2] Nach dem von Fr. Kiesow angegebenen Verfahren. *Arch. f. d. ges. Psychol.* 22, 1911. Gegenüber Kiesow, der angibt, bei diesem Verfahren auch Druckempfindungen gehabt zu haben, möchte v. Frey (*Zeitschr. f. Biologie* 66, S. 416) nur von Kältestöſsen sprechen. Nach einer von Kiesow zitierten Äuſserung Ficks kann man auf dem Rücken bei umgrenzter Reizung mit strahlender Wärme nicht erkennen, ob es sich um eine Wärme- oder eine Berührungsempfindung handelt. — Ich glaube, eine Miterregung von Druckpunkten darf bei der Reizung mit Äthertropfen darum als ausgeschlossen gelten, weil sich die Kälteempfindung immer erst 1—2 sec nach Fallen des Tropfens infolge von Verdunstung einstellt.

[3] Man vergleiche hierzu auch Ebbeckes auf S. 21 angeführte Arbeit S. 453, sowie E. Gellhorn, Untersuchungen zur Physiologie der räum-

einen wesentlichen Einflufs des Kältesinns bei der Lokalisation von Druckempfindungen jedenfalls unwahrscheinlich zu machen. Worauf ich gröfseres Gewicht lege, ist die Beobachtung, die man bei diesen Versuchen machen kann, dafs der reine Kälteeindruck, der durch die Äthertropfen herbeigeführt wird, auf einen äufseren Erreger bezogen wird, er ist schon bipolar. Damit sind wir auf einen ersten Ansatz der Gestaltung eines reinen Temperatureindrucks gestofsen.

Wenn man sich dem heifsen Ofen mit dem Gesicht nähert, so dafs es von der strahlenden Wärme getroffen wird, so hat man während der Bewegung den Eindruck „gerichteter" Wärme. Sie wird auf eine von uns entfernte Wärmequelle bezogen. Entfernt man sich vom Ofen, so ist der Eindruck gerichteter Wärme nicht so stark. Dreht man den Kopf bei gleichbleibender Entfernung von der Wärmequelle hin und her, so wird die Lokalisation der Wärmequelle bestimmter. Die Wärme selbst erfährt aber auch eine gewisse Gestaltung. Sie hat etwas Voluminöses, es ist wie eine Wärmehaube, die vor dem Gesicht liegt. Die Wärmegestalt hat Verwandtschaft mit dem oben beschriebenen raumhaften Tastquale, man könnte darum von einem raumhaften Wärmequale sprechen.[1] Nur in der Bewegung wird dieses Phänomen erzeugt. Es ist die gesetzmäfsige Zu- und Abnahme der Intensität der Wärmeempfindung in den verschiedenen Teilen des Gesichts, welche den Anstofs zur Formung der Strahlungswärme gibt. Ich glaube nicht, dafs eine Erregung des Drucksinns durch die Atmo-

lichen Tastempfindung . . . *Pflügers Archiv* **189**, 1921. — Versuche, die J. v. Kries durch E. v. Skramlik hat anstellen lassen, ergaben, „dafs eine selbständige Lokalisation der Temperaturempfindungen stattfindet, die auch an Genauigkeit hinter der der Tastempfindung oft nicht zurückbleibt, oft allerdings mit eigenartigen Fehlern behaftet ist." J. v. Kries, Allgemeine Sinnesphysiologie, Leipzig 1923, S. 17. — Was die Raumschwellen des Temperatursinns angeht, so gibt v. Skramlik selbst an, dafs sie „von der gleichen Gröfsenordnung sind wie beim Getast, ja dafs sie stellenweise sogar erheblich tiefer sind". *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.* **56**, 1925, S. 134. — M. Ponzo fand, dafs Kältereize im allgemeinen besser, Wärmereize gleich gut lokalisiert werden wie Tastreize. *Arch. ital. de biol.* **60**, 1913.

[1] Ich kann nach diesen Beobachtungen Hoffmann nicht ganz zustimmen, wenn er bestreitet, dafs der Temperatursinn etwas mit der Erfassung räumlicher Verhältnisse zu tun habe (a. a. O. S. 70).

sphäre bei einer so schwachen Bewegung, wie sie hier nötig ist, in Frage kommt. Ein raumfüllendes Kältequale kann man durch Bewegung des Kopfes in nächster Nähe eines Eisblocks erzeugen, doch will es nicht so deutlich werden wie das Wärmequale. Wir werden später die Beteiligung des Optischen am Aufbau dieser Phänomene kennen lernen. Nach dem, was vorstehend über die Gestaltung der reinen Wärme- und Kälteeindrücke gesagt ist, könnte deren Beteiligung an den Erscheinungsweisen der Tasteindrücke eigentlich nur für das raumhafte Tastquale in Frage kommen, aber tatsächlich findet wohl keine Beteiligung statt, denn dem Wärmequale (Kältequale) fehlt ganz der dynamische (Widerstands-) Charakter, der das räumliche Tastquale kennzeichnet.

An den Leistungen des sog. „sechsten Sinnes" der Blinden ist sehr wahrscheinlich die durch Übung beträchtlich gesteigerte lokalisatorische Fähigkeit des Temperatursinnes beteiligt. Wie enorm die Empfindlichkeit der Blinden in dieser Hinsicht erhöht sein mufs, zeigt sich darin, dafs sie nach den Versuchen von Krogius[1] unterschieden, ob ihnen die schwarze oder die weifse Seite eines mit Wasser von 42° gefüllten Wärmezylinders zugekehrt war. Die Annäherung des Zylinders bemerkten Blinde auf dreimal gröfsere Entfernung als Sehende.

2. Formung der Temperaturempfindungen durch die Druckempfindungen. Nachdem die vorstehende Betrachtung gezeigt hat, dafs die reine Temperaturempfindung zur Gestaltung aus eigener Kraft nicht weit zu kommen vermag, wird man zur Annahme gezwungen, dafs die in Verbindung mit taktilen Eindrücken vorkommenden Formungen thermischer Eindrücke durch eine Anlehnung an die taktilen Formen bedingt sind. Berührt uns die Spitze des Temperatursinnprüfers, so erfolgt die Formung des Wärme- oder Kälteeindrucks nach der Form der Spitze und die Lokalisation mit der Genauigkeit der Berührungslokalisation. Der Tasteindruck übernimmt die Führung, er gibt den Rahmen ab, in den die Temperaturempfindung eingespannt wird. Das gilt in gleicher Weise für die makro- wie für die mikromorphen Tastgestalten,

---

[1] A. Krogius, Zur Frage vom sechsten Sinn der Blinden. *Zeitschr. f. exp. Pädagog.* **5**, 1907.

bis in die feinste Struktur hinein wird der Tasteindruck thermisch durchsetzt.[1] Infolge der Durchdringung verstärkt der objektive Pol des taktilen Moments den objektiven Pol des thermischen; der Körper, der uns berührt, gewinnt die Eigenschaften warm und kalt, so wie er die Eigenschaften Rauhigkeit und Glätte besitzt.

Die Bindung des thermischen Moments an den taktilen Eindruck, die vermutlich durch die Erfahrung herbeigeführt wird, erweist sich variabel mit gewissen objektiven und subjektiven Bedingungen.[2] Nirgends ist die Bindung so stark wie an den Fingern und an der inneren Hand. Es scheint der Satz zu gelten, dafs die Bindung lockerer wird in dem Mafse, als die Organe des Leibes seltener zum Tasten Verwendung gefunden haben.[3] Berührt man uns mit einem ausgesprochen warmen oder kalten Objekt z. B. an der Brust oder am Schenkel, so ist der Zweiklang zwischen Berührung und Temperatureindruck durchaus nicht so unauflösbar wie an den Fingern. Von den objektiven Bedingungen der Lockerung soll nur der Übergang zu extrem hohen und extrem niedrigen Temperaturen genannt werden. Auch der subjektive Pol des thermischen Eindrucks tritt mit der Herauslösung aus der taktilen Umschlingung unter diesen Umständen stärker hervor.

Beim Eintauchen der Finger in Flüssigkeiten wird der eintretende Temperatureindruck zwar auch auf die getastete Flüssigkeit bezogen, aber doch nicht ganz so wie bei festen

---

[1] In der Nachbarschaft einer intensiven Kälte-(Wärme-)Empfindung wird eine thermisch indifferente oder schwach gefärbte Berührung nach GOLDSCHEIDER als kalt (warm) empfunden. *Pflügers Archiv* **165,** 1916, S. 21 ff.

[2] Die Bedingungen für die Mischung punktförmiger Wärme- und Druckempfindungen sind von R. S. MALMUD untersucht worden. *The American Journal of Psychology* **32,** 1921.

[3] M. v. FREY hat bei seinen Versuchen über die WEBERsche Täuschung gefunden, dafs die Überschätzung kalter Gewichte stets und mit grofser Stärke auf der Stirn eintritt, aber nicht in der Hohlhand. v. FREY nimmt an, dafs die gröfsere Eindringlichkeit des kalten Gewichts als kalt es schwerer erscheinen läfst. Diese Auffassung deckt sich gut mit der hier erfolgten Darlegung, dafs die Bindung des Kälteeindrucks an den des Gewichts auf der Stirn loser ist als an der Hand. Er kann infolgedessen dort leichter das Urteil in dem von v. FREY angegebenen Sinn beeinflussen als hier.

Körpern. Der thermische Eindruck von Wasser wird mehr als ein Zustand und weniger wie bei festen Körpern als eine Eigenschaft gedeutet. Darum möchte ich auch nicht von einer spezifischen Temperaturgestalt des Wassers oder anderer Flüssigkeiten sprechen.

Noch weniger aber als bei Flüssigkeiten, wo manche vielleicht doch einen leichten Ansatz zu Temperaturgestalten erblicken möchten, sind wir geneigt, Temperatureindrücke der Atmosphäre als Eigenschaften derselben gelten zu lassen.[1] Wir nehmen auf die Temperatur der Luft, auch wenn wir nicht an sie adaptiert sind und sie infolgedessen lebhaft empfinden, meist in der Weise Bezug, dafs wir sagen: es ist warm, es ist kalt.[2] Ist aber die Luft bewegt, nimmt sie im raumfüllenden Tastquale Gestalt an, dann sprechen wir wohl auch von kalter und von warmer Luft.

---

[1] Flüssigkeiten von derselben absoluten Temperatur lassen sich ebenso wie feste Körper bei hinreichend grofser Verschiedenheit ihres Wärmeleitungsvermögens und ihrer spezifischen Wärme nach ihrem Temperatureindruck voneinander unterscheiden. Um ein Beispiel zu geben: Petroleum macht einen deutlich wärmeren Eindruck als Wasser mit seinem fast vierfach höheren Wärmeleitvermögen und seiner etwa doppelt so hohen spezifischen Wärme.

[2] Ebbecke hat auf die interessante sprachliche Parallele „es ist warm, kalt“ und „es ist hell, dunkel“ aufmerksam gemacht.

Dritter Abschnitt.

Zur weiteren Analyse der Tastleistungen.

Kapitel I.

Der Vibrationssinn und sein Anteil an den Tastphänomenen.

§ 39. Über die Vibrationsempfindungen in der neurologischen Forschung und im Leben der Taubstummen.

1. Neurologische Forschung. War Abschnitt I dieser Untersuchung phänomenologisch gerichtet, hatte Abschnitt II das Ziel, experimentell die Bedingungen für das Zustandekommen der Tastleistungen zu ermitteln, soweit daran der Drucksinn und der Temperatursinn beteiligt sind, so fragt dieser Abschnitt danach, ob und in welchem Umfang noch andere Sinne einen Anteil am Aufbau der tastbaren Welt haben.

Alle Versuche, bei denen mit der Möglichkeit zu rechnen war, dafs die beim Tasten entstehenden Geräusche das Urteil über die Tasteindrücke beeinflussen konnten, wurden, wie schon erwähnt, mit gut verstopften Ohren durchgeführt. Es unterliegt gar keinem Zweifel, dafs für gewöhnlich auch diese Tastgeräusche sowie andere akustische Eindrücke am Aufbau der Vorstellung beteiligt sind, die wir von der tastbaren Welt haben. Wir schalteten bei unseren Versuchen das Akustische als „Fehlerquelle" aus, aber es äufserten sich, wie schon erwähnt, manche Beobachter dahin, sie seien nicht ganz sicher, ob sich nicht trotz unserer strengen antiphonischen Mafsnahmen Gehörseindrücke Geltung verschafft hätten. Es stellte sich heraus, dafs hinter derartigen Äufserungen mehr steckte, als man zunächst dahinter vermutete. Ich glaube gefunden zu haben, dafs beim Tasten mit bewegtem Tastorgan neben

den Druckempfindungen fast immer Vibrationsempfindungen einhergehen und die Tastleistungen mitbestimmen. Diese Vibrationsempfindungen haben nun in vielen Beziehungen eine ausgesprochene Verwandtschaft zu den akustischen Empfindungen, so dafs es schon gelegentlich zu einer Verwechselung der beiden Arten von Sinnesempfindungen kommen kann. Ich glaube nachweisen zu können, dafs den Vibrationsempfindungen eine beträchtliche Bedeutung bei der Erklärung zahlreicher Versuche zukommt, die wir angestellt haben. Aber weit über den Rahmen dieser Versuche hinaus spielen sie auch bei der Erkennung von Zuständlichkeiten der tastbaren Welt eine bis jetzt kaum vermutete Rolle. Dieser Umstand rechtfertigt die eingehende Behandlung, die den Vibrationsempfindungen im folgenden gewidmet wird und die mit einigen historischen Ausführungen über die Stellung der Vibrationsgefühle (von solchen sprach man meist) in der früheren neurologischen Forschung und im Leben der Taubstummen eröffnet werden möge. Die Darstellung erfolgt in engster Anlehnung an Vibrationssinn I und Vibrationssinn II, von wo wir vieles wörtlich übernommen haben.

In seiner medizinischen Terminologie (Aufl. 1919) definiert W. Guttmann das Vibrationsgefühl als die Fähigkeit, Stimmgabelschwingungen auf der Haut bzw. in den Knochen zu fühlen. Der Name (synon. Pallästhesie von *πάλλω* schwingen) sei von Treitel 1897 eingeführt, das fragliche Phänomen zuerst von Rumpf 1889 beschrieben worden. Die zweite Angabe trifft nicht zu, bereits 1869 hat v. Wittich in *Pflügers Archiv* Versuche über das Vibrationsgefühl mit Stimmgabeln veröffentlicht. Anknüpfend an ein noch früheres Experiment Valentins hat er auch Vibrationsempfindungen ausgelöst durch rotierende Scheiben, die in regelmäfsiger Anordnung erhabene Stellen zur Reizung der Haut trugen, sowie durch angeschlagene Monochorde und tönende Zungenpfeifen. Auch im Hinblick auf Valentins Versuch hat Vierordt[1] die leider wenig beachtete Warnung ausgesprochen, die hierbei errechnete Dauer der Einzeleindrücke zur Bestimmung der Dauer der kürzesten Tastempfindung zu verwenden. In Tigerstedts Handbuch der

[1] K. Vierordt, Der Zeitsinn nach Versuchen. Tübingen 1868.

physiologischen Methodik hat M. v. FREY 1914 die Mittel zusammengestellt, die als Reize für Vibrationsempfindungen Verwendung gefunden haben. Neben den bereits erwähnten sind es: Periodische Berührungen mit Federbart, Pinsel oder Zahnrad, sehr schwache Wechselströme, bewegte Stäbe, die mit Draht verschiedener Feinheit umsponnen sind.

Aufserordentlich grofs ist die Zahl der Arbeiten, die von neurologischer Seite den Vibrationsempfindungen gewidmet worden sind, denn der Prüfung der Vibrationssensibilität wurde ein beträchtlicher diagnostischer Wert beigelegt, deren Ausfall allerdings je nach der Auffassung von dem Ursprungsort und Wesen der Vibrationsempfindungen ganz verschieden gedeutet wurde.[1] Eine Vorstellung von der Mannigfaltigkeit der hier zu Tage getretenen Auffassungen vermittelt eine — in ihrer Gliederung logisch nicht ganz befriedigende — Übersicht, die sich in einer Arbeit des Italieners C. FRANK[2] findet. Danach stellt die Vibrationsempfindung 1. eine besondere, von allen anderen vollständig unabhängige Form von Sensibilität dar (RYDEL und SEIFFER, BING, STERLING, MINGAZINI, CERULLI); 2. keine besondere Sensibilität, sondern eine Form der taktilen Sensibilität (intermittierende, taktile Reize) dar (GOLDSCHEIDER, MINOR und KRAMER); 3. eine Modalität der Tiefensensibilität dar (MARINESCO); 4. gehört sie zu den anderen Tiefensensibilitäten (Bary- und Bathyästhesie [EGGER]); 5. der Bathyästhesie (DÉJERINE und OPPENHEIM); 6. der (taktilen) Oberflächensensibilität (TREITEL, HERZOG, BALLIEU, FORLI und BARROVECCHIO); 7. der Oberflächensensibilität (taktilen, Temperatur- und Schmerzempfindung [REDLICH]). FRANK selbst ist, gestützt auf ein umfangreiches klinisches Material, zu dem Ergebnis gekommen, dafs die Vibrationsempfindung eine besondere, von allen anderen Formen unabhängige Form der

---

[1] SCHWANER scheint der erste gewesen zu sein, der unter Anleitung von RUMPF die Untersuchung des Vibrationssinnes als diagnostisches Verfahren in die Neurologie eingeführt hat. Die Prüfung der Hautsensibilität vermittels Stimmgabeln bei Gesunden und Kranken. Diss. Marburg 1890.

[2] C. FRANK, Die Störungen der Vibrationsgefühle bei den traumatischen Verletzungen der peripheren Nervenstämme. *Arch. f. Psychiatrie u. Nervenkrankh.* 62, 1921, S. 712.

Tiefensensibilität darstellt, und dafs die zur Fortleitung der oszillatorischen Reize bestimmten Fasern wahrscheinlich in dem sog. „motorischen Kabel“ des peripheren Nervenstammes und nicht in den sensiblen verlaufen.

Die Literaturübersicht Franks ist von Vollständigkeit weit entfernt, es fehlt z. B. die wichtige Untersuchung M. v. Freys über die Vibrationsempfindungen aus dem Jahre 1914, die sich wie alle Arbeiten dieses Forschers durch ihre mustergültige Methodik auszeichnet.[1] v. Frey zeigt, dafs die Anschauungen von Egger (*Journal de physiol. et de pathol. gén.* 1899) und Bing (*Korr.-Blatt Schweiz. Ärzte* 1910, Nr. 1) nicht zutreffend sind, wonach die Vibrationsempfindung durch die Nerven der Knochen und nicht die der Haut bedingt sei. v. Frey glaubt den Nachweis erbracht zu haben, „dafs das Vibrationsgefühl eine durch die Art des Reizes bedingte besondere Betätigungsform des Drucksinnes der Haut darstellt und dafs nur die nervösen Strukturen dieses Sinnes daran beteiligt sind“. „Die Prüfung des Vibrationsgefühls ist demnach eine Prüfung des Drucksinnes, die indessen entsprechend der Besonderheit des Reizes eine selbständige Bedeutung beanspruchen darf.“ Die mechanische oder elektrisch-faradische Reizung bewirkt nur bei den Druckpunkten eine intermittierende Erregung, während Temperatur- und Schmerzpunkte mit einer andauernden allmählich abklingenden Erregung antworten. In jüngst erschienenen Veröffentlichungen, auf die wir alsbald noch zurückkommen werden, hat v. Frey diese Befunde in theoretisch bedeutsamer Weise unterbaut.

2. Die Vibrationsempfindungen im Unterricht und in der täglichen Praxis der Gehörlosen. In der Neurologie führen die Vibrationsempfindungen sozusagen nur ein künstliches Leben, da sie für die jeweiligen Untersuchungszwecke erst durch mehr oder weniger umständliche Versuchsverfahren hervorgerufen werden müssen. Dagegen haben sie in einer natürlichen Form schon seit langem ein Heimatsrecht

[1] M. v. Frey, Versuche über das Vibrationsgefühl. *Zeitschr. f. Biol.* 65. — Auch auf die hierher gehörigen Ergebnisse der Versuche Heads ist Frank nicht eingegangen. Eine gute Orientierung über Heads Untersuchungen findet man bei K. Scholl, Heads Sensibilitätslehre und ihre Kritiker. *Zeitschr. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* 2, 1910.

im Unterricht der Taubstummen. Der Taubstummenlehrer läfst den taubstummen Zögling die Vibrationen des Kehlkopfes eines sprechenden oder singenden Menschen mit der einen Hand fühlen, damit sie ihm als Vorbild der eigenen Lautbildung dienen, die andere Hand legt der Taubstumme an den eigenen Kehlkopf; hat der Zögling in beiden Händen dasselbe Vibrationserlebnis, so ist ihm die Lautnachahmung gelungen.[1] Auch ohne ausdrückliche Unterweisung kommen manche Taubstumme durch die Vibrationsempfindungen zu einem Sprach v e r s t ä n d n i s. Der Taubstummenlehrer Pfingsten (Kiel 1802) berichtet von einer Taubstummen, die im Dunkeln das verstand, was ein anderes normales Mädchen sprach, wenn sie dieser beim Sprechen die Hand auf die Brust legte. Die merkwürdigste Leistung dieser Art dürfte die von Williams beschriebene sein. Die bereits oben erwähnte Willetta Huggins verstand Gesprochenes nicht nur dann, wenn sie ihre Fingerspitzen — besonders ausgebildet waren ihre Mittelfinger — auf den Kehlkopf, den Brustkorb oder den Kopf des Sprechenden legte, sondern selbst dann, wenn die beim Sprechen ent-

[1] Das Grundsätzliche über die Ausnutzung der Vibrationsempfindungen im Taubstummenunterricht hat schon J. C. Ammann deutlich ausgesprochen. Dissertatio de loquela, Amsterdam 1700. Weiter wurde das Prinzip entwickelt durch Georg Raphel (Kunst, Taube u. Stumme reden zu lehren, Lüneburg 1718), J. R. Pereire (1715—1780) u. Deschamps (Cours élémentaire d'éducation des sourds et muets, Paris 1779). Der für diese Dinge interessierte Leser findet Näheres darüber in den von P. Schumann - Leipzig herausgegebenen Blättern f. Taubstummenbildung. — Folgende hierher gehörige Stelle aus Rousseaus Emil (Reclamsche Ausg. Bd. 1, S. 208) ist so kennzeichnend für seine pädagogische Intuition, dafs es gestattet sei, sie ausführlich mitzuteilen: „Legt man die Hand auf ein Violoncello, so kann man ohne Beihilfe des Auges oder Ohres, nur an der Art und Weise, wie das Holz vibriert und schwingt, unterscheiden, ob der Ton, den es hervorbringt, tief oder hoch ist, ob er von der Quinte oder der Bafssaite herrührt. Man möge den Sinn nur auf diese Unterschiede einüben, und unser Empfindungsvermögen wird, wie ich nicht zweifle, mit der Zeit so weit ausgebildet werden können, dafs wir vermittels der Finger ganze Lieder vernehmen. Bewährt sich diese Annahme, so ist auch klar, dafs man sich Tauben leicht durch Musik verständlich machen könnte, denn da die Töne und das Tempo nicht weniger regelmäfsiger Zusammenstellungen fähig sind, als die Aussprache und die Stimme, so können dieselben ebenso als Elemente der Sprache gebraucht werden."

stehenden Schwingungen vermittels eines Billardstabes oder eines Bogen Papieres auf ihre Finger übertragen wurden. Auch über andere als sprachliche Vorgänge können den Taubstummen Vibrationen unterrichten, die von den Gegenständen seiner Umgebung ausgehen. E. A. Eschke[1], der in kritischen Versuchen zeigt, dafs dem galvanischen Strom, von dem man wahre Wunder bei der Behandlung der Taubstummen erwartete, nicht die geringste Heilkraft eigne, hat zahlreiche Angaben gemacht über die Empfindlichkeit absolut tauber Personen für Erschütterungen, die sie treffen (Wahrnehmung des Schlagens der Turmuhr, der klappernden Mühle, fahrender Wagen, des Donners usw.). Eine hochintelligente Taubstummblinde, wie Helen Keller, ist, wovon ihre autobiographischen Angaben Zeugnis ablegen, spontan zu einer erstaunlich weitgehenden Verwendung von Vibrationsempfindungen im Interesse ihrer Orientierung über die in ihrer Umgebung erfolgenden Vorgänge gelangt.[2]

3. Der Fall Sutermeister. Helen Keller erzählt uns, dafs sie auch Musik geniefsen könne. Die auf einem Piano gespielte Melodie nehme sie auf, wenn sie die Hand auf das Instrument lege. W. Stern, der bei einem Besuch Helen Kellers ihre Art, Musik zu geniefsen untersucht und auch einige Versuche darüber mit ihr angestellt hat, spricht sich dahin aus, dafs bei ihr wirklich ein dem normalen musikalischen Eindruck verwandtes Erlebnis bestehen müsse. Wahrscheinlich

---

[1] E. A. Eschke, Galvanische Versuche. Berlin 1803.

[2] H. Keller, Die Geschichte meines Lebens. 14. Aufl. Stuttgart 1905. „Ich pflegte Töne hervorzubringen, wobei ich die eine Hand an meinen Kehlkopf legte, während die andere den Bewegungen der Lippen folgte. Ich freute mich über alles, was ein Geräusch machte und liebte es zu fühlen, wie die Katze schnurrte und der Hund bellte. Ebenso legte ich mit Vorliebe die Hand an den Kehlkopf eines Sängers oder auf ein Klavier, wenn es gespielt wurde“ (S. 57). „Sie vergessen, dafs mein ganzer Körper auf die mich umgebenden Verhältnisse reagiert. Das Getöse und der Lärm der Stadt peitscht meine Gesichtsnerven, ich fühle das rastlose Auf- und Niederwogen einer ungesehenen Menschenmenge, und das mifstönende Treiben macht einen peinlichen Eindruck auf mich. Das Rollen der schweren Wagen und das eintönige Klappern der Maschinen sind um so marternder für die Nerven, wenn jemandes Aufmerksamkeit nicht durch die bunten wechselnden Bilder abgelenkt wird“ (S. 125).

gründe es sich auf den taktil wahrgenommenen Rhythmus und auf Vibrationsempfindungen, die in relativ groſser Mannigfaltigkeit auftreten und in ihren Kombinationen, ihrem Wechsel und Wiederkehren eine Art ästhetischen Genusses bereiten können.[1] Kürzlich ging ein Brief Helen Kellers an eine Radiogesellschaft in New York durch die Zeitungen, in dem sie ihr durch Radio vermitteltes Musikerlebnis schildert, aus dem einige Stellen in der Anmerkung angeführt seien.[2] Wenn auch kein Anlaſs mehr besteht, bei der Amerikanerin eine groſse Selbsttäuschung bezüglich ihrer Musikempfindung anzunehmen[3], so darf es doch als glückliche Fügung bezeichnet werden, daſs neuerdings ein Fall von Musikempfindung eines Gehörlosen bekannt geworden ist, dem ohne Zweifel unter Berücksichtigung aller Umstände ein wissenschaftlich besonders hohes Gewicht zuzuerkennen ist. Dieser Gehörlose ist Herr

---

[1] W. Stern, Helen Keller. *Zeitschr. f. angew. Psychol.* **3**, 1910, S. 327.

[2] „Gestern abend als die Familie in meinem Heim dem unsterblichen Werk zuhörte, legte ich meine Hand auf den Empfänger — und spürte deutlich die Schwingungen. Jetzt lieſs ich den Deckel abschrauben und berührte leicht die Membrane. Wie groſs war mein Erstaunen, als ich entdeckte, daſs ich nicht nur jede Schwingung fühlen konnte, sondern auch die Leidenschaftlichkeit des Rhythmus, das Pulsieren und Anschwellen der Musik. Das Zusammenflieſsen der Schwingungen der verschiedenen Instrumente entzückte mich. Ich konnte genau zwischen dem Kornett und dem Rollen der Trommel, dem tiefen Ton des Cellos und dem Singen der Violinen unterscheiden. Wie lieblich floſs der Gesang der Violinen über die tiefen Töne der anderen Instrumente! Und als die menschliche Stimme durchdringend aus der Brandung der Harmonie aufstieg, erkannte ich sie sofort. Ich hörte den Chor frohlockend anschwellen, immer ekstatischer werden und steil wie eine Flamme auflodern — und mein Herz stand still. Die Frauenstimmen erschienen mir wie leibhaftige Engelchöre, wie sie in einer harmonischen Flut reinster Schönheit hinströmten. Und der groſse Chor schlug mit seinem Gewoge und seinen Pausen scharf gegen meine Finger. Dann brachen Instrumente und Stimmen gemeinsam heran — ein Ozean wilder Schwingungen — und starben hin wie der Hauch eines Mundes in süſser Weichheit erschauernd."

[3] W. Stern weist in seinem Sammelreferat über die Psychologie der Mindersinnigen (*Zeitschr. f. angew. Psychol.* **3**, 1910, S. 562) daraufhin, daſs W. Jerusalem bei Laura Bridgman und William Wade bei drei anderen taubblinden amerikanischen Mädchen Freude am Spiel einer in der Hand gehaltenen Spieldose festgestellt haben.

Eugen Sutermeister, Generalsekretär des Schweizerischen Fürsorgevereins für Taubstumme und Redakteur der Schweiz. Zeitung für Taubstumme in Bern. Sutermeister entstammt einer hochgebildeten Familie, er verlor im 4. Lebensjahr infolge Gehirnhautentzündung sein Gehör vollständig und bald ebenso die Sprache. Erst 55 Jahre nach der Ertaubung machte er eines Tages die Entdeckung, daſs er Musik genieſsen könne; seit der Zeit ist er Musikenthusiast. Er wird von der Musik aufs Tiefste erschüttert und versäumt keine Gelegenheit, um sich gute musikalische Genüsse zu verschaffen. Ich habe Sutermeister in Bern aufgesucht und habe mich persönlich davon überzeugt, welche ungemein starke Wirkung Musik auf ihn ausübt. Gemeinsam mit Herrn Prof. Révész habe ich auch an Sutermeister Versuche mit Orgel und Piano angestellt, über deren Ergebnisse wir an anderer Stelle später berichten wollen. Vorläufig sei in diesem Zusammenhang nur folgendes mitgeteilt. Die sinnliche Grundlage des musikalischen Erlebnisses dürften Vibrationsempfindungen abgeben, deren Ort oder Ausgangspunkt der Brustkorb ist. Die Vibrationsempfindungen, die in der Hand oder, durch den resonierenden Fuſsboden ausgelöst, in den Füſsen entstehen, sind — im Gegensatz zu der bei Helen Keller gegebenen Sachlage — musikalisch wirkungslos, und nicht nur das, sie stören den musikalischen Genuſs. Die Eindrücke, die Sutermeister empfängt, wenn er die Hand auf das gespielte Piano legt, sind ihm viel zu stark und durchaus nicht wohlgefällig. Die Erregung der auf eine schwingende Cellosaite aufgelegten Finger ist ihm geradezu schauderhaft („als wenn ich mit dem Nagel auf einer Schiefertafel kratze"). Der Rhythmus spielt im musikalischen Genuſs Sutermeisters eine sehr bedeutsame Rolle. Der Sinn für Rhythmisches ist in ihm tief verwurzelt, wovon auch seine erfolgreiche Tätigkeit im Reiche der Poesie zeugt. Aber der Rhythmus erklärt nicht alles. Je nach der Art des ihn erzeugenden Klangmaterials tritt eine verschiedene Wirkung ein. Eine ungewöhnlich starke musikalische Anlage kennzeichnet den Fall individuell, so daſs entsprechende Feststellungen bei anderen Taubstummen ohne eine derartige Anlage nicht zu erwarten sind. Das Gesagte möge in diesem Zusammenhang genügen, zum Schluſs soll Sutermeister selbst noch kurz zu Wort kommen.

„Vor Jahresfrist safs ich einmal mit meiner hörenden, musikliebenden Frau im Kursaal in Bern dem italienischen Orchester C. gerade gegenüber. Da spürte ich auf einmal die Tonwellen auf mich zuströmen mit all ihren Akkorden und Klangabstufungen. Ich fühlte mich wie in einen Himmel versetzt und kehrte buchstäblich tonberauscht heim.

Wie die Töne mich durchfluten
Klare Ströme, voll des Guten,
Meine Seele rein sie baden
Und erfüllen ganz mit Gnaden. . . .

Seither sind Orchesterkonzerte eines meiner allergröfsten Vergnügen, ich habe bereits meine Lieblinge unter den Komponisten und manches Konzertprogramm dünkt mich köstlicher als der üppigste Speisezettel.

Die Hauptempfangsstation ist mein Rücken.[1] Hier dringen die Töne herein und durchströmen meinen ganzen Rumpf; es ist, wie wenn dieser ein hohles Metallgefäfs wäre, an welches in rhythmischer Weise geschlagen wird und das nun, je nach der Stärke der Töne bald lauter, bald leiser erklingt. Dabei spüren weder Kopf noch Hände noch Füfse das Geringste; am meisten gefühllos ist der Kopf.

Auch die Art der Musik kann ich wohl unterscheiden, z. B. ob sie gehaltvoll oder oberflächlich, heiter oder schwermütig, getragen oder hinreifsend, eintönig oder farbenreich ist usw. Viel hilft das Auge mit zu meiner Musikempfindung, indem die Bewegungen des Dirigenten und der Spielenden, insbesondere des Pianisten, mir die Art und Weise der Musik leichter und schneller erklären und besser auf das Kommende vorbereiten, als wenn ich nicht hinsehe.

Das Orchester muls auf einem Podium spielen. Ohne ein solches empfinde ich die Töne nur schlecht oder auf unangenehme Weise. Sie pflanzen sich nämlich durch den Boden fort, auf welchem sowohl die Musiker als ich sitzen, und dringen durch meine Füfse in meinen Körper, was mir aber nur unangenehm ist und meine innere Harmonie stört.

Bei einer Aufführung des Messiasoratoriums von Händel

---

[1] Diese Angabe beruht sicher auf einer falschen Interpretation des Erlebnisses, das der resonierende Brustkorb vermittelt.

war es, dafs ich zum erstenmal Menschenstimmen vernahm. Es mochten etwa 200 gesungen haben, da empfand ich Klänge so zart, so fein, so — wie soll ich sagen? — lyrisch, wie ich noch keine solchen von einem Musikinstrument vernommen, — so weich und doch so hell, dafs michs zu Tränen rührte."

4. Gutzmanns Forschungen. Besondere Verdienste um die systematische Prüfung der Vibrationsempfindungen für den Unterricht von Taubstummen und von anderen mit Sprachfehlern Behafteten hat sich H. Gutzmann[1] erworben. Zur Kennzeichnung der Empfindlichkeit des Vibrationssinns möge angeführt werden, dafs die Beobachter Gutzmanns, der mit normalen Versuchspersonen unter Ausschlufs des Gehörs arbeitete, im Gebiet A—e der Tonreihe mit dem tastenden Finger Unterschiede von einem ganzen Ton zu erkennen vermochten. Wegen der von mir vertretenen These von der Verwandtschaft des Gehör- und des Vibrationssinns lege ich Wert auf die Feststellung dieser Gröfsenordnung, zeigt sie doch, dafs Tondifferenzen durch den tastenden Finger erkannt werden, deren Charakterisierung für den Unmusikalischen durchaus keine Selbstverständlichkeit ist. Bedenken wir aber, dafs Taubstumme, die ja in ganz anderer Weise als Normale den Vibrationsempfindungen zugewandt sind, lernen, durch Betastung des schwingenden Kehlkopfes die hervorgebrachten Laute selbst sehr genau nachzubilden, so spricht das dafür, dafs der Vibrationssinn in senso-motorischer Hinsicht dem Gehörsinn nicht so sehr nachsteht. Nach Gutzmann sollen selbst die absolut tauben Menschen, die auf die angegebene Weise unterrichtet werden, bei der Innervation ihrer Stimmbänder in die richtige Tonlage gezwungen hineinpendeln. Der Erfolg wäre also nicht, wie man sich das meist vorstellt, durch ein mehr oder weniger zufällig zum Ziel führendes Herumprobieren bedingt. Bestätigt sich diese Beobachtung Gutzmanns, dann hätten wir hier im Vibrationssinn eine höchst merkwürdige Parallele zu

---

[1] H. Gutzmann 1. Über die Bedeutung des Vibrationsgefühls für die Stimmbildung Taubstummer und Schwerhöriger. Verhandl. der deutschen otolog. Ges. a. d. 15. Vers. in Wien, 1906. 2. Über die Grundlagen der Behandlung von Stimmstörungen mit harmonischer Vibration, *Archiv f. Laryngol. u. Rhinol.* **31**. 3. Untersuchungen über die Grenzen der sprachlichen Perzeption, *Zeitschr. f. klin. Medizin* **60**, 1907.

dem Mechanismus, den W. Köhler in der direkten Anpassung der Stimmlippenschwingungen an die Frequenz der als Ton zum Bewufstsein kommenden Erregungen in der Schnecke annimmt.[1] Gehörsinn und Vibrationssinn wären auch hinsichtlich der Anlage des speziellen Mechanismus, der die Umsetzung des Sensorischen in das Motorische ermöglicht, miteinander verwandt.

Die von Gutzmann der Praxis der Stimmbildung gewiesenen Bahnen beschritten R. Lindner[2] und J. Feldt[3], sowie eine unter Hamburger Taubstummenlehrern[4] gebildete Arbeits-

---

[1] W. Köhler, Psychologische Beiträge zur Phonetik. *Katzensteins Archiv f. exper. u. klin. Phonetik* 1, 1913. Nach meinen akustischen Erfahrungen scheint mir Köhlers Annahme sehr plausibel. Auch Stumpf stimmt ihm im wesentlichen zu. *Zeitschr. f. Psychol.* **94**, 1924, S. 7. — O. Laubi (Der Rhythmus und seine therapeutische Verwendung, *Zentralblatt f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* 82, 1923) gibt an, dafs wenn der vom phonasthenischen Patienten gesungene Ton nicht die gleiche Schwingungszahl hat wie der therapeutisch verwandte Rhythmus, der vom Sternum her wirkt, Schwebungen entstehen, die als Stöfse empfunden werden und zur Verbesserung der Innervation führen. Hiernach wäre die Frage, die Herr E. v. Hornbostel in einem Briefwechsel über den Vibrationssinn an mich gerichtet hat, ob so etwas wie Schwebungen im Vibrationssinn vorkämen, zu bejahen. — Ein gewisses Licht auf das In-Gang-Kommen des senso-motorischen Mechanismus im Vibrationssinn wirft auch eine Untersuchung von K. Hansen und P. Hoffmann über durch Vibration erzeugte Reflexreihen am Normalen und Kranken (*Zeitschrift f. Biol.* 74, 1922). Die beiden Autoren zeigten, dafs wenn man die Hand oder den Fufs eines Gesunden auf einen vibrierenden Holzstab aufsetzt, in den dadurch rhythmisch gedehnten Muskeln, wie das Elektromyogramm beweist, nur dann der Vibration synchrone Reihen von Reflexen ausgelöst werden, wenn die Vp. gleichzeitig willkürlich innerviert und dadurch den Reflex bahnt. Sehr wahrscheinlich bahnt auch der Taubstumme durch eine willkürliche, aber nicht spezifisch abgestimmte Innervation dem an den Stimmbändern erfolgenden Reflex den Weg. Im willkürlichen Tetanus beträgt nach neueren Untersuchungen von A. V. Hill (*Journ. of Physiol.* **55**, 1921) die Zahl der Vibrationsstöfse 39—48 pro sec.

[2] Der erste Sprachunterricht Taubstummer auf Grund statistischer experimenteller und psychologischer Untersuchungen. Veröff. d. Inst. f. exp. Päd. u. Psych. des Leipziger Lehrervereins, 1910, 1.

[3] Der Tastreifen, ein Hilfsmittel zur Verbesserung des Sprechens der Taubstummen. Blätter f. Taubstummenbildung 1913.

[4] A. Schär, Über den Tastsinn und seine Beziehungen zur Lautsprache. Vox 1922, Heft 1/2.

gemeinschaft, als sie nach technischen Mitteln zur Verbesserung des praktischen Unterrichts suchten. Die beträchtliche Höhe der Leistungen, zu denen nach den Untersuchungen dieser Forscher der Vibrationssinn befähigt ist, erleichtert es uns, ihn zur Aufklärung der eigenen Tastversuche in der alsbald zu kennzeichnenden Weise heranzuziehen.

§ 40. Vibratorische Schwellen. Ablehnung optischer Analogien.

Wenn beim Taubstummen die Vibrationsempfindung für die fehlende Tonempfindung das volle Vikariat zu übernehmen vermag, beim Normalen, wie sich noch zeigen wird, wenigstens in manchen Fällen, so hat das seinen Grund nicht ausschliefslich in der faktischen äufseren — wenn auch sehr innigen — Verkuppelung von akustischen und taktilen Elementen, sondern in einer tiefen phänomenologischen und strukturellen Verwandtschaft der akustischen und der vibratorischen Empfindung, deren Nachweis im folgenden ausführlich erbracht werden soll. Schon 1846 hat Weber (a. a. O., S. 118) auf Übergangserlebnisse vom Tasten zum Hören hingewiesen. „Dadurch, dafs sehr schnell aufeinanderfolgende, auf die Tastorgane geschehene Stöfse zu einer Empfindung zusammenfliefsen, die Zeiträume aber, in welchen sich die Stöfse folgen, die Empfindung abändern, haben wir einen Übergang vom Tasten zum Hören. Wir fühlen die Erzitterungen als ein Beben, die wir mit dem Gehörorgane als einen Ton wahrnehmen, und dieses Beben ist der mannigfaltigsten Modifikationen fähig, die man sehr gut beim Schlittschuhlaufen empfindet, wo vom glättesten Eis bis zum rauhesten verschiedene Abänderungen der Empfindungen wahrgenommen werden.“ Diese Äufserungen Webers hätten mehr Beachtung verdient, nachdem nach Einführung des entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunktes durch Darwin doch auch für die anerkannten menschlichen Sinne nach Übergangsformen zu suchen war. Ich selbst sehe nun in dem Vibrationssinn mit seiner besonderen Sinnesmodalität eine Etappe der Entwicklung, die vom Tastsinn in des Wortes bisheriger Bedeutung zum Gehör-

sinn führt.[1] Bei dieser Auffassung verlieren auch die Vibrationsempfindungen den Kuriositätscharakter, der ihnen bislang häufig zugelegt worden ist.

Die Forscher, welche den Hautsinn mit Stimmgabeln oder anderen vibrierenden Reizquellen geprüft haben, waren wohl alle von der theoretischen Vorstellung beherrscht, daſs die bei diesen Versuchen eintretenden Phänomene ganz nach Analogie zu optischen Verschmelzungserscheinungen keine andere Auskunft als über die Verschmelzung kurz dauernder Tasteindrücke geben könnten, eine Anschauung, durch die man sich die Einsicht in ihr wahres Wesen versperrt hat. Läſst man die Schwingungen einer Stimmgabel mittlerer Schwingungszahl durch eine steife Borste auf einen Druckpunkt der Haut wirken, so wird, wenn man nicht dafür Sorge trägt, daſs in der Haut möglichst keine Oszillationen erfolgen, nicht nur der Drucksinn erregt, sondern auch der Vibrationssinn, und zu den Druckempfindungen gesellen sich Vibrationsempfindungen. Bei einem solchen Versuch besteht die Analogie zu optischen Verschmelzungen nur bezüglich des Drucksinns, es tritt tatsächlich verhältnismäſsig schnell die Verschmelzung der sukzessiven Druckreize ein. MACH[2] hat einmal die Zwischenzeit, bei der das der Fall ist, zu 0,0277 sec angegeben (die entsprechenden Werte liegen nach MACH für das Auge bei 0,0470 und für das Ohr bei 0,0160 sec). „Bei mechanischer Reizung

[1] Daſs der Tastsinn entwicklungsgeschichtlich ein höheres Alter hat als der Gehörsinn, dafür spricht nach neueren Darstellungen MUCKS auch die Tatsache, daſs beim Menschen unter Schockwirkung und beim Tier im kataleptischen Zustand der Gehörsinn (und der Schmerzsinn) ausfällt, während der Tastsinn erhalten bleibt. O. MUCK, Die seelische Ausschaltung des Gehör- und Schmerzsinns bei Mensch und Tier als Parallelvorgänge im Licht der Phylogenie betrachtet. *Münch. med. Woch.* 67, 1920. — Mit besonderem Nachdruck ist von WUNDT das Prinzip der Anpassung der Sinnesfunktionen an die Reize und der Sinneswerkzeuge an die Funktionen vertreten worden. Die Ausführungen dieses Kapitels bringen eine Bestätigung dieses Prinzips für einen Spezialfall. — Den entwicklungsgeschichtlichen Gesichtspunkt hat M. ETTLINGER energisch in sehr beachtenswerten Ausführungen auf die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien zur Anwendung gebracht. Bericht über den 5. Kongreſs f. exper. Psychologie, Leipzig 1912, S. 235 ff.

[2] E. MACH, Sitzungsber. der Wiener Akad., math.-naturwiss. Kl., 2. Abt., Bd. 51, 1865.

der Zeigefingerspitze mit nacheinander erfolgenden Schlägen ... mufste das Intervall, d. h. die Zeit zwischen Anfang des ersten und Anfang des zweiten Reizes meistens gröfser sein als rund 0,05 sec, wenn die beiden Schläge als getrennt erkannt werden sollten."[1] Aber man beachte wohl, dafs es bei Versuchen dieser Art nur einen Grenzwert gibt, den der Verschmelzung. So wie bei optischen Reizen eine weitere Verkürzung der Zwischenzeit nach eingetretener Verschmelzung den Eindruck nicht mehr ändert, so gilt das auch für taktile Reize, die nur den Drucksinn erregen. Ganz anders steht es bei dem Vibrationssinn. Läfst eine Stimmgabel von niedriger Schwingungszahl an den Fingern Vibrationsempfindungen entstehen, so ändert sich deren Charakter, wie aus den oben angeführten Versuchen Gutzmanns hervorgeht, wenn man zu Stimmgabeln von wesentlich höherer Schwingungszahl übergeht. Hier besteht keine Analogie zum optischen, sondern zum akustischen Sinn.[2] Es gibt zwei ausgezeichnete Punkte in der Reizreihe. So wie im akustischen Gebiet die wirksamen Oszillationen durch zwei Grenzen eingeschlossen sind, durch eine untere, unterhalb deren Schwingungen noch nicht, und durch eine obere, oberhalb deren Schwingungen als Töne nicht mehr wahrgenommen werden, so gibt es auch für den Vibrationssinn zwei Grenzen, innerhalb deren die wirksamen, Vibrationsempfindungen auslösenden Oszillationen liegen. Die genaueren Grenzen müssen noch ermittelt werden. Nach meinen

---

[1] A. Basler, Über die Verschmelzung zweier nacheinander erfolgenden Tastreize. *Pflügers Archiv* **143**. 1911, S. 244. — A. Basler glaubt (in demselben Band von *Pflügers Archiv*) der schnelleren Verschmelzung von Doppelreizen gegenüber Serienreizen im Taktilen die schnellere Verschmelzung von Doppelreizen gegenüber Serienreizen im Optischen an die Seite stellen zu können. Indessen, von unseren obigen Einwänden abgesehen, scheinen auch die tatsächlich sich ergebenden Verhältniswerte der Zeiten für Verschmelzung von Doppelreizen zu der von Serienreizen im Optischen und Taktilen gegen eine solche Parallelisierung zu sprechen. Der Quotient für das Optische beträgt nach Basler etwa 1 : 3, der Quotient für das Taktile dagegen berechnet sich für manche Stellen der Haut zu weniger als 1 : 30.

[2] Die Frage, ob es, soweit die Verschmelzung von Intensitäten in Betracht kommt, im Tastsinn ein Analogon zum Talbotschen Gesetz der psychologischen Optik gibt, bleibt noch offen.

vorläufigen Feststellungen scheint die untere Grenze für die Finger jedenfalls unter 50, die obere über 500 Schwingungen zu liegen. Für andere Stellen des Körpers ergeben sich andere Grenzwerte. Die zahlreichen Zahlenangaben, die sich in der Literatur finden, beziehen sich fast alle auf die oberen Grenzwerte.[1] Die Grenzwerte, von denen hier die Rede gewesen ist, haben eine ganz andere Bedeutung als Grenzwerte im Sinne des „minimum perceptibile". So wie man nach der niedrigsten Schallintensität fragen kann, die das Gehörorgan eben noch erregt, so hat es auch einen guten Sinn nach der für das „minimum perceptibile" des Vibrationssinns nötigen Energie zu suchen.[2] Genauere Messungen hierüber habe ich nicht angestellt, ich möchte aber glauben, dafs die vibratorische Minimalschwelle — sie wird wie die akustische von Schwingungsart und Amplitude abhängen — für den Taubstummen unter günstigsten Bedingungen nicht allzusehr über der des Ohres beim Normalen liegt.[3] Tatonnierende Versuche

---

[1] Man vergleiche hierzu z. B. die Zahlenangaben in der oben zitierten Arbeit Schwaners. — V. Grandis fand auch bei Reizung der Haut mit sehr schwachen Wechselströmen, dafs die anfänglich diskontinuierliche Empfindung nach einiger Zeit in eine andauernde Berührungsempfindung überging. (Nach v. Frey in Tigerstedts Methodik.)

[2] J. E. Wood hat vergleichende Bestimmungen der vibratorischen Minimalschwelle bei Gesunden und Kranken vorgenommen und gefunden, dafs bei 80 Tabikern auch im Anfangsstadium die Schwelle über dem Sacrum und der Spina iliaca ant. sup. höher als bei 100 Normalen lag. *Amer. Journ. of the med. sciences* **163**, 1922.

[3] Die für die vibratorische Minimalschwelle benötigte Energie liegt darum vermutlich auch unter der für die minimale Druckschwelle geforderten. Über deren Gröfse unterrichten Untersuchungen von v. Frey, *Zeitschr. f. Biol.* **70**.

Nach den Untersuchungen Ewalds über das Endorgan des nervus octavus (Wiesbaden 1892) sollen Tauben bei beiderseitiger Ausräumung des Labyrinths manche akustische Reize noch beantworten, eine Tatsache, die von Hermann und Bernstein so gedeutet worden ist, dafs die Tiere die Schwingungen der Luft noch durch die Haut (also vibratorisch) wahrgenommen hätten. Wenn auch Ewald selbst schon mit einer solchen Möglichkeit gerechnet und sie durch geeignete Versuchsanordnungen auszuschliefsen versucht hat, so darf sie, wie mir scheint, im Hinblick auf die erstaunlich hohe Empfindlichkeit der Haut für Vibrationen, die wir auch beim Menschen antreffen, eben doch nicht als ausgeschlossen betrachtet werden.

haben mir gezeigt, dafs diese Schwelle an verschiedenen Stellen des Körpers aufserordentlich verschiedene Werte besitzt. Es ist bekannt, dafs die Empfindlichkeit des menschlichen Körpers für Erdbebenstöfse sehr beträchtlich ist, eine bedeutsame Komponente dieser Empfindlichkeit ist vibratorischer Natur. Ebenso wichtig wie die Ermittlung der absoluten ist die der relativen vibratorischen Schwelle. Wenn auch exakte Versuche hierüber noch fehlen, so zeigt doch die gelegentliche Beobachtung, dafs die Zahl der unterscheidbaren Intensitätsstufen sehr beträchtlich ist.

§ 41. Die Selbständigkeit der Vibrationsempfindungen gegenüber den Druckempfindungen.

Am besten bedient man sich zu einem ersten Eindringen in die Gesetze des Vibrationssinns elektromagnetischer Stimmgabeln mittlerer Schwingungszahl. Ist die Stimmgabel an einem eisernen Stativ befestigt, so kann man die Reize bequem von dessen mitschwingendem freien Ende abnehmen. Bringt man den Körper mit dem Stativ in Berührung, Teile von Arm, Bein, Kopf oder Rumpf, so stellt man fest, dafs sie alle mehr oder weniger deutlich mit Vibrationsempfindungen antworten. Man findet dabei die Feststellungen v. Freys bestätigt, dafs die Vibrationsempfindungen deutlicher sind an Stellen mit straffer, gespannter als mit weicher, entspannter Haut, sowie deutlicher an Stellen, wo die Knochen dicht unter der Haut liegen, als dort, wo das nicht der Fall ist. Man kann wohl v. Frey zustimmen, dafs die Erklärung in der höheren Resonanzfähigkeit der gespannten Haut und der Knochen zu suchen sei. Infolge der Knochenleitung treten die Vibrationsempfindungen vielfach nicht nur an der Reizstelle selbst, sondern auch noch an weit entfernten Stellen und dort sogar häufig noch stärker auf. Die auffällig schwache Vibrationsempfindung an der Zunge hängt wohl mit ihrer geringen Resonanzfähigkeit zusammen.

Die soeben geschilderte Versuchsanordnung ist auch geeignet, die Vibrationsempfindungen von den Druck- (Berührungs-)Empfindungen zu isolieren und so ihre Selbständigkeit gegenüber den Druckempfindungen zu erweisen. Setzt man den Ellbogen auf das Stativ auf, so löst die schwingende Stimmgabel (infolge der Knochenleitung) Vibrations-

empfindungen in der Hand aus bei völliger Abwesenheit von Druckempfindungen in der Hand selbst. Dieser und der folgende Versuch zeigen auch, daſs es nicht richtig wäre, die Vibrationsempfindungen als innerhalb des Drucksinns sich abspielende Bewegungserlebnisse aufzufassen. Legen wir die Finger lose auf das Stativ, so ist, solange die Stimmgabel ruht, der Eindruck einer Tastempfindung vorhanden. Beginnt die Stimmgabel zu schwingen, so kommt als völlig neues und isoliertes Moment die Vibrationsempfindung hinzu, die in die Finger lokalisiert wird. Es kann schlechterdings keine Rede davon sein, es träte die Empfindung ein, daſs das Stativ sich bewege oder daſs die vorhandene Druckempfindung periodisch zu- oder abnehme.[1]

Noch andere Erfahrungen sprechen zugunsten einer schärferen Trennung von Druck- und Vibrationsempfindungen. Berührt man das die Stimmgabel haltende Stativ, so tritt die Vibrationsempfindung in einem deutlich späteren Zeitpunkt als die Druckempfindung ein. Berührt man das Stativ nur kurze Zeit, etwa $^1/_2$ sec, so kommt es überhaupt nicht zu einer Vibrationsempfindung, während diese doch bei längerer Berührung unzweifelhaft festzustellen ist. Entweder besitzen die für die oszillatorische Reizung in Frage kommenden Sinnesorgane selbst gegenüber den hier gegebenen Oszillationen eine entsprechende Latenzzeit, oder aber es bedarf einer gewissen Zeit, um in zentraleren Segmenten des Nervensystems Widerstände zu überwinden. Damit ist über die Latenzzeit gegenüber andersartigen Schwingungen, als es die Stimmgabelschwingungen sind, also z. B. gegenüber den unten (S. 208) anzuführenden, noch nichts gesagt.

---

[1] Bei diesem Versuch kann das Auge aus der Undeutlichkeit der Konturen der Stimmgabelzinken erschlieſsen, daſs sie sich in Bewegung befinden. Dem Stativ selbst aber mit seinen minimalen Bewegungen ist in keiner Weise anzusehen, daſs sich an ihm ein Vorgang abspielt. Hier liegt also wieder ein Fall vor, wo sich die tastende Hand dem Auge überlegen erweist. — Es mag hier bemerkt werden, daſs auch die kleinsten von G. Störring (*Archiv f. d. ges. Psychol.* 25, 1912, S. 178) ermittelten Bewegungen, die im Ellbogengelenk gespürt werden — M. v. Frey berechnet sie in 29 cm Abstand von der Drehungsachse zu $^1/_{40}$ mm (Ber. d. bayr. Ak. d. Wiss., math.-phys. Kl. 1918, S. 95) — vom Auge nicht wahrgenommen werden können.

Von einiger Beweiskraft für die Unabhängigkeit der Vibrationsempfindungen von den Druckempfindungen dürfte auch folgender Versuch sein. Man lege die Finger auf das Stativ mit schwach schwingender Stimmgabel ganz lose auf, so daſs der ausgeübte Druck ganz sicher nicht über 5 g hinausgeht. Die Vibrationen werden dabei schwach, aber doch deutlich gespürt. Nun lasse man den Druck auf das Stativ zunehmen, so daſs er auf etwa 5000 g steigt. Obgleich nun der Druck auf das Tausendfache angestiegen ist, bleiben die Vibrationsempfindungen doch annähernd gleich deutlich, auch während der Zunahme des Drucks ändert sich Charakter und Stärke der Vibrationsempfindungen nicht in deutlich erkennbarer Weise. Der zunehmende Druck der Hand läſst die Amplitude der Schwingung und damit die Stärke der vibratorischen Erregung etwas abnehmen.[1] Wäre unsere schwache, obendrein mit der Druckstärke abnehmende Vibrationsempfindung nichts anderes als eine bewegte Druckempfindung, so wäre ihr Beharren auf dem Hintergrund einer ungeheuer gesteigerten Druckempfindung gar nicht zu verstehen.[2] Es zeigt sich eben auch hier wieder, daſs die Analogie zum Optischen nicht durchzuführen ist: Haben wir irgendwo ein schwach flimmerndes Licht auf einer Farbfläche, die ihre eigene unabhängige Beleuchtung hat, so bedarf es meist keiner beträchtlichen Steigerung dieser Beleuchtung, um das Flimmern zu schwächen

[1] Auf die Bedeutung der Amplitude der Schwingung für die Vibrationsempfindung ist eingegangen G. Sergi, *Zeitschr. f. Psychol.* **3**, 1892.

[2] Man darf hier auch daran erinnern, daſs die Fuſssohlen Vibrationen des Bodens wahrnehmen, obgleich das ganze Körpergewicht auf ihnen lastet. Den Einwand auszuschalten, daſs dabei nicht die dem maximalen Druck unterworfenen, sondern die in einiger Entfernung von ihnen gelegenen schwächer oder gar nicht gedrückten Sinnesorgane infolge von Resonanz durch die Vibration getroffen werden, ist mir bisher nicht gelungen. Er klingt nicht sehr berechtigt, aber ich wollte ihn doch erwähnen. Er lieſse sich natürlich auch gegen den Versuch mit Drucksteigerung am Finger erheben. — Nach von J. Kiesow entwickelten Anschauungen läſst die unter einem Druck entstehende Deformation der Haut ein Druckgefälle in ihrer Flüssigkeit und damit eine Änderung der Konzentrationsverhältnisse in ihr zustande kommen, welche den eigentlichen chemischen Reiz für die Sinnesorgane des Drucksinns darstellt. Also auch von diesen chemischen Reizen wäre die Erregbarkeit der Sinnesorgane durch Vibrationen unabhängig.

und schliefslich völlig unsichtbar zu machen. Wenn man mit v. FREY der Ansicht ist, dafs die Vibrationsempfindungen an die Organe des Drucksinns gebunden sind, eine Ansicht, der auch ich zuneige, dann wäre unserem letzten Versuch zu entnehmen, dafs diese Organe ganz streng gleichzeitig zwei Erregungszustände annehmen können und dafs somit ihre Eignung, Vibrationsempfindungen zu vermitteln, unabhängig ist von dem Erregungszustand, in den sie infolge eines zunehmenden oder bestehenden konstanten Druckreizes geraten.[1]

Den unten (§ 45) entwickelten Anschauungen zufolge betrachte ich auch bei jedem von Vibrationsempfindungen begleiteten Tasten von Rauhigkeiten den doppelten Erregungszustand der Drucksinnesorgane als gegeben. In den zahlreichen Fällen, wo uns ein derartiger Erregungszustand gleichzeitig Auskunft über dauernde Eigenschaften der Tastobjekte gibt (Härte, Weichheit) wie über vorübergehende Zuständlichkeiten (Vibrieren), offenbart sich die Ausstattung der Drucksinnesorgane mit bis jetzt nicht beachteten analytischen Fähigkeiten.

Wie das Auge zeigt der Drucksinn gegenüber ruhenden Reizen die Erscheinungen der schnellen Ermüdung und der Nachbilder. Man führt die Übereinstimmung der beiden Sinne in diesen Beziehungen darauf zurück, dafs bei ihnen Vorgänge chemischer Natur von ausschlaggebender Bedeutung für die Funktionsweise der Sinnesendapparate sind. Die weit geringere Ausprägung der Ermüdung und das gänzliche Fehlen von eigentlichen negativen Nachbildern beim Ohr erklärt man damit, dafs es hier mechanische Vorgänge sind, die Schwingungen der Basilarmembran, welche letzten Endes die Funktionsweise der Sinnesendapparate bestimmen. Wenn sich nun beim Vibrationssinn weder ausgeprägte Ermüdungsvorgänge nachweisen lassen — man kann die Finger 10 Minuten und

---

[1] Damit ist nicht gesagt, dafs auch der umgekehrte Satz gilt, d. h. dafs die Empfindlichkeit für Druckreize in demselben Grad unabhängig ist von dem Zustand, in den die Sinnesorgane durch vibratorische Reizung geraten sind. Tatsachen der Vibrationsmassage (Schwächung belästigender Dauererregungen durch Vibratoren, fauteuil vibratoire) sprechen eher dagegen. Vgl. hierzu E. PLATE, Über einen Vibrator mit erhöhter Erschütterungszahl. *Zeitschr. f. physik. u. diätet. Therapie* **17**, 1913.

länger auf dem vibrierenden Stativ ruhen lassen, ohne mit Sicherheit eine Abnahme der Deutlichkeit der Vibration feststellen zu können — noch ausgesprochene Nachbilder — soweit ich sehen kann, bleibt nur bei Reizung der Lippen mit Stimmgabeln eine schnell abklingende kitzelnd-vibrierende Nachempfindung bestehen [1] — so spricht das wie beim Ohr für mechanische Vorgänge in der Haut, die auf die Sinnesorgane einen bestimmenden Einfluſs ausüben. Durch energische Frottage (z. B. erzielbar durch Reiben auf einem Perlenband) kann man die Druckschwelle auf einem Finger vorübergehend enorm erhöhen, die Empfindlichkeit für Vibrationen scheint dabei viel weniger zu sinken.

§ 42. Die Reizform des Vibrationssinns und die zeitliche Form der Vibrationsempfindung.

Wenn M. v. Frey als eigentlich adäquaten Reiz für die Druckpunkte die vibratorische Erregung und nicht die Dauerdeformation betrachtet [2], so gilt das sicher, soweit die Entstehung von Vibrationsempfindungen in Frage kommt. Der

---

[1] Nur scheinbar widerspricht dem Gesagten, was Sutermeister gelegentlich geäuſsert hat: „Ich bedaure lebhaft, daſs oft ein Musikstück zu schnell dem andern folgt. Denn das Gespielte klingt lange und stark in mir nach, so daſs ich während der Pause vermeine, man musiziere immer noch. Kommt nun das neue Musikstück, so kreuzen sich die alten und neuen Töne in meinem Innern, und es entsteht eine Disharmonie". Wir werden auf diese Äuſserung in der in Aussicht gestellten Untersuchung näher eingehen.

[2] Sitzungsber. d. physik.-med. Ges. Würzburg 1919, S. 6. v. Frey hat darauf hingewiesen, daſs die Erscheinung beim Berühren eines isolierten Druckpunktes, wenn man von der viel kürzeren Dauer absieht, der als Schwirren bezeichneten Empfindung bei faradischer Reizung dieses Punktes zum Verwechseln gleicht. *Psychologische Forschung* **3**, 1924, S. 212. Goldscheider und P. Höfer stimmen dem zu. „Die leichteste taktile Reizung eines Druckpunktes erzeugt eine oszillierende schwirrende Empfindung, die auch bei vorsichtiger flächenhafter Reizung an druckpunktreichen Stellen der Haut erkennbar ist." Über den Drucksinn, *Pflügers Archiv* **199**, 1923, S. 295. — Man vergleiche hierzu auch die Ausführungen von v. Frey u. Kiesow. „Die Erregung der Tastnerven ist im allgemeinen eine tetanische. Nur auf Grund dieser Eigenschaft ist es möglich, andauernde Deformation der Haut als solche zu erkennen." *Zeitschrift f. Psychologie* **20**, 1899, S. 156.

Vibrationssinn hat mit dem akustischen die oszillatorische Reizform gemeinsam. Das Gehörorgan ist durch Schallwellen erregbar, die es entweder durch die Luft, durch eine Flüssigkeit (Hören unter Wasser) oder durch feste Körper (Aufsetzen einer schwingenden Stimmgabel auf die Zähne des Oberkiefers) erreichen. Der Vibrationssinn ist nicht nur, wie man nach den bisherigen Ausführungen erwarten könnte, durch Oszillationen fester Körper sondern auch flüssiger erregbar. Die Schwingungen einer im Wasser schwingenden Stimmgabel lösen im Finger, der in das Wasser in nicht zu grofser Entfernung eingetaucht wird, Vibrationsempfindungen aus.[1] Was die Erregung des Vibrationssinns durch Luftwellen angeht, so kommt eine solche, wenn man von den gelegentlich zitierten Fällen absieht, in denen taubstumme Personen die die Hand treffenden Schallwellen bemerkt haben sollen, bei Normalen vor, wenn sie durch bestimmte tiefe Orgeltöne getroffen werden, die Vibrationsempfindungen im Brustkorb hervorrufen.

Gibt es innerhalb der Vibrationsempfindungen Unterschiede, welche denen zwischen Tönen und Geräuschen bei den Gehörsempfindungen entsprechen? Um diese Frage zu entscheiden, habe ich folgende Versuchsanordnung getroffen. Über das Ende eines festgeklemmten Holzstabes schleift eine durch einen Motor in rasche Umdrehung versetzte Holzscheibe. Infolge der Reibung beginnt der Stab zu vibrieren, und nun können die Vibrationen am anderen Ende des Stabes durch das aufgelegte Tastorgan abgenommen werden. Man hat es in der Hand, durch Anbringung verschiedenartiger Stoffe zwischen Scheibe und Stab die Vibrationen nach Stärke und Art zu variieren. Die Verschiedenartigkeit der dabei entstehenden Geräusche bietet eine akustische Kontrolle. Es besteht die Möglichkeit, die auf solche Weise erzeugten Vibrationen miteinander zu vergleichen, auch sie zu vergleichen mit den Vibrationen, in die der Holzstab bei Anbringung einer schwingenden Stimmgabel gerät. Ein Vergleich letzterer Art — auf ihn kommt es uns hier an — ergibt nun eine deutliche Verschiedenheit

---

[1] Auch mit Quecksilber gelingt der Versuch. Ich erwähne das im Hinblick auf den Meissnerschen Versuch, bei dem bekanntlich die in Quecksilber eingetauchte Hand den dauernden Druck unter der Oberfläche nicht verspürt.

zwischen den Vibrationsempfindungen, die durch Reibung mit dem Motor und die durch die Stimmgabel ausgelöst werden. Man möchte die letzteren als feiner, geordneter, zarter und wohlgefälliger bezeichnen. Ich glaube keiner Autosuggestion zum Opfer gefallen zu sein, wenn ich bei dem Vergleich zu dem Urteil gelangt bin: der zwischen den Vibrationsempfindungen bestehende Unterschied habe eine Verwandtschaft mit dem, der auf seiten der Akustik zwischen Geräuschen und musikalischen Tönen bestehe. Ganz sichere Resultate könnte man sich hier nur versprechen, wenn man streng unwissentliche Versuche mit intelligenten und psychologisch gut geschulten Gehörlosen durchführen würde. Es war mir vorläufig nicht möglich, mir solche zu verschaffen. Eine Feststellung, die man bei den Versuchen machen kann, sei noch mitgeteilt, weil sie für die Deutung späterer Beobachtungen wichtig ist: die Latenzzeit der Erregung des Tastorgans gegenüber Stimmgabelvibrationen ist sehr viel gröſser als gegenüber den durch Reibung erzeugten Vibrationen.

Die naheliegende Frage, ob es im Vibrationssinn auch Erscheinungen gebe, die den akustischen Mehrklängen entsprechen, kann ich vorläufig nicht mit Sicherheit entscheiden, einige unten (S. 213 f.) erfolgende Beobachtungen sprechen dafür.

Gibt es ein „absolutes Vibrationsbewuſstsein" entsprechend dem absoluten Tonbewuſstsein? Das muſs wohl der Fall sein, sonst könnten Gehörlose weder einen Laut vibratorisch erkennen noch könnten sie einen gewünschten Laut richtig reproduzieren. Aber auch beim Normalen macht sich die Ausbildung eines absoluten Gedächtnisses für vibratorische Eindrücke in den Fällen geltend, wo eine absolute Beurteilung von Rauhigkeiten erfolgt und diese Beurteilung sich dem unten noch näher Darzustellenden zufolge auf Vibrationsempfindungen stützt.

Wir haben hier auf eine den Vibrationsempfindungen eigentümliche zeitliche Erscheinungsform einzugehen, die sie in deutlicher Weise von den Druckempfindungen trennt und den Tonempfindungen zugesellt. Zwar ist von philosophischer Seite immer wieder das zeitliche Gewand, in dem alle Bewuſstseinserlebnisse und damit auch die Empfindungen auftreten, zum Gegenstand scharfsinniger Untersuchung gemacht worden, aber

es sieht doch so aus, als habe dabei eine zu abstrakte Haltung meist beachtenswerte Unterschiede der zeitlichen Form übersehen lassen, die zwischen verschiedenen Sinnesempfindungen bestehen.[1] An einem völlig gleichförmigen, sich weder intensiv noch qualitativ ändernden Ton erleben wir ein unaufhörliches Entstehen und Vergehen. Es gibt ein aktuell erlebtes Bruchstück des Tons, das in gleichem Maſse in die Vergangenheit sinkt, wie ihm auf der anderen Seite Material zuwächst. Hier erleben wir in des Wortes eigentlicher Bedeutung einen Prozeſs, so daſs man den Ausdruck Bewuſstseinsprozeſs (oder Bewuſstseinsvorgang), wäre er durch einen allgemeinen Gebrauch nicht so sehr abgegriffen, für die Empfindungen von der zeitlichen Struktur der Tonempfindungen reservieren möchte. Diese zeitliche Struktur hat ein Farbenerlebnis nicht. Die Farbe, die im ruhenden Gesichtsfeld gegeben ist, wird nicht und vergeht nicht so wie der Ton. Beim Farbenerlebnis können wir nicht von einem Vorgang sprechen, eine Farbe wird als dauernd vorhanden erlebt. (Wir denken hier nur an die Farbphänomene, physiologisch betrachtet ordnen wir natürlich allen Empfindungen im Nervensystem ablaufende Prozesse zu.) Damit bei Farbe von einem Vorgang gesprochen

---

[1] Einige sehr wertvolle Beobachtungen, die hierher gehören, bei H. Lotze, Medizinische Psychologie, Leipzig 1852, S. 378. „Der Ton ist seiner Natur nach untrennbar vom Zeitverlauf, aber ganz beziehungslos zum Raum. Die eigentliche Natur der Farbe dagegen würde uns auch dann noch begreiflich sein, wenn sie gar keine angebbare Zeitdauer besäſse.... Ist der Ton ein lebendiges im Geschehen begriffenes Ereignis, so ist die Farbe ein ruhender Zustand." — Auch einige Ausführungen H. Plessners (Die Einheit der Sinne, Bonn 1923, S. 214) gehören hierher. „Nur ein Schall schwillt. Licht dagegen hat statischen Charakter. Intensitätszunahme oder -abnahme vollzieht sich im Akustischen als An- und Abschwellen, im Optischen als bloſses Erhellen oder Verblassen in der phänomenalen Leuchtfläche. Während dort jede Intensitätsveränderung den Eindruckswert einer Volumveränderung besitzt, fehlt dem Optischen dieser Wesenszug." — Übrigens hat der Unterschied der zeitlichen Form der sinnlichen Phänomene auch in der Sprache ihren Ausdruck gefunden. „Der Stein ist hart, die Wiese grün, dagegen der Bach rauscht, der Donner rollt. . . Also akustische Eigenschaften werden im Zeitwort ausgedrückt." W. Haas, Die psychische Dingwelt, Bonn 1921. Formen wie: der Stoff rauht, der Himmel blaut bilden seltene Ausnahmen, auf deren Wurzel wir nicht näher eingehen.

werden könne, mufs an ihr irgendeine deutlich wahrnehmbare Veränderung erfolgen. Aber im unveränderten Gesichtsfeld haben Farben einen ganz anderen Charakter als Töne. Es wird nun behauptet, dafs die Druckempfindungen zu den im Sinne der Farben zeitlich stationären Empfindungen gehören, während die Vibrationsempfindungen ganz den zeitlichen Charakter der Töne teilen. Ein Druckerlebnis der ruhenden Finger ist wie eine Farbe einfach da, ohne zu entstehen und zu vergehen, erst eine Änderung, die weit deutlicher ist als die infolge der Adaptation bei ruhendem Tastorgan eintretende Abschwächung der Empfindung, erweckt den Eindruck des Vorgangs. Die auf Töne bezüglichen vorstehenden Sätze bleiben in Geltung, wenn wir überall Tonempfindungen durch Vibrationsempfindungen ersetzen. Es wurde oben schon die Auffassung zurückgewiesen, dafs die Vibrationsempfindungen nichts weiter seien als innerhalb des Drucksinns sich abspielende Bewegungserlebnisse. Diese allerdings naheliegende Täuschung dürfte auch durch die vorstehenden Ausführungen eine Erklärung erfahren. Ändert sich eine Druckempfindung, so wird ein echter Vorgang erlebt. Berühren nun die Finger eine Tischplatte und gesellen sich den Druckempfindungen in dem Augenblick, wo eine Stimmgabel zu schwingen anfängt, Vibrationsempfindungen hinzu, so liegt es ja nahe, das für die Vibrationsempfindungen charakteristische Werden und Vergehen auf die in Wirklichkeit konstant bleibenden Druckempfindungen zu beziehen. — Töne und Vibrationen, Farben und Druckempfindungen sind uns in der Regel nicht als neutrale phänomenale Wesenheiten für psychologische Forschungszwecke gegeben, sondern als Künder von Zuständlichkeiten und Eigenschaften der uns umgebenden Körper. Geschieht die Kundgabe in der Erscheinungsform der Töne und Vibrationen, so wollen wir von einer dynamisch-aktiven [1], anderenfalls von

[1] Gegenüber vielen anderen Empfindungen kommt den Vibrationsempfindungen eine bedeutende Energie zu, mit der sie sich im Bewufstsein zur Geltung bringen, sie vermögen also andere Empfindungen zu verdrängen. In diesem Faktor dürfte neben dem oben (S. 205 Anmerkung) genannten die schmerzstillende Wirkung zu sehen sein, welche der vibratorischen Behandlung Eingang in die Therapie verschafft hat — von der Heilkraft, die man Vibrationen bei Störung der Blutzirkulation und damit zusammenhängenden Leiden zuschiebt, sei hier ganz abgesehen.

einer statisch-passiven sprechen. Von diesem Unterschied machen spätere Ausführungen Gebrauch.

§ 43. Die Wahrnehmung vibratorischer Zustände durch den Vibrationssinn.

Der Drucksinn ist seinem Wesen nach ein Nahsinn, d. h. die Objekte müssen, um durch ihn wahrgenommen zu werden, die Haut unmittelbar berühren. Wenn wir auch beim Tasten mit einem Stock oder einer Sonde eine gewisse Auskunft über Gestalt, Härtegrad und andere Eigenschaften der unseren Leib nicht unmittelbar berührenden Gegenstände erhalten, so liegt in diesen und ähnlichen Fällen, die nicht die Regel bilden, doch ganz sicher eine Leistung auf Grund assoziativen Erwerbs vor. Der Vibrationssinn ist nicht mehr in demselben Sinne Nahsinn. Wenn wir die Schwingungen einer Stimmgabel durch den Fufsboden des Zimmers auf einige Meter, das Arbeiten einer Maschine unter Umständen auf eine weit gröfsere Entfernung durch Vibration wahrnehmen, so haben wir ganz wie beim Ohr Oszillationen als Vermittler auf weite Entfernung zwischen uns und der Reizquelle. Es können wie beim akustischen unbegrenzt viel Individuen durch den vibratorischen Reiz getroffen werden. So befreit sich der Tastsinn vermittels des Vibrationssinns aus seiner Nahgebundenheit und fängt an Distanzen zu überwinden. Der Tastsinn zeigt also eine interessante Duplizität; der eine seiner Zweige, der Drucksinn, ist ein Nahsinn, der andere, der Vibrationssinn, ist zum Fernsinn geworden. Man nimmt ja jetzt allgemein an, dafs sich die verschiedenen Sinne aus einem allen zugrundeliegenden Sinn entwickelt haben. Ich möchte nun die Hypothese aufstellen, dafs der Vibrationssinn eine Etappe der Entwicklung darstellt, die vom Tastsinn zum Gehörsinn führt.[1] Der tierische Organismus hat auf oszillatorische Reize früher mit Vibrationsempfindungen als mit Gehörsempfindungen reagiert. Es war ein Fortschritt, als das Tier durch die

[1] Durch diese Formulierung möchte ich der von E. v. Hornbostel in einer Besprechung des Vibrationssinns (*Psychologische Forschung* 5, 1924, S. 370) ausgesprochenen Möglichkeit Rechnung tragen, dafs sich der Vibrationssinn nicht aus dem Drucksinn, sondern eher umgekehrt, dieser aus jenem herausdifferenziert habe.

Vibrationsempfindungen etwas über Vorgänge erfuhr, die jenseits der Grenze der eigenen Leiblichkeit lagen. So konnte es früher eine Warnung vor einem herannahenden Feind oder Kunde von einer sich nähernden Beute erhalten. Um allerdings schwächste Oszillationen der Luft aus großser Entfernung mit aller Feinheit aufzunehmen, dazu reichte der Vibrationssinn nicht aus, bedurfte es der Ausbildung eines so hoch entwickelten Apparates, wie ihn das menschliche Ohr darstellt. Die soeben aufgestellte Hypothese kann uns vielleicht zu einer Vorstellung von der Leistungsfähigkeit primitiverer Gehörsorgane verhelfen.[1]

Ein Reiz des Nahsinns kann streng genommen immer nur einem Beobachter zugänglich gemacht werden, während am Reiz eines Fernsinns prinzipiell eine unbeschränkte Anzahl von Individuen teilhaben kann. Ein Stück Zucker kann nur einer kosten, einen Stecknadelknopf nur einer fühlen, einen Kanonenschufs aber können Millionen hören. Der Vibrationssinn ist als Fernsinn auch ein Massensinn. Dieselbe Sprengung wurde im Krieg von Ungezählten als Vibration durch den Boden vernommen.

Es seien im folgenden einige Leistungen des Vibrationssinns besprochen, welche die Wahrnehmung vibratorischer Zustände an unserem eigenen Körper oder an Gegenständen unserer Umgebung betreffen. Wie der Vibrationssinn beim Sprechunterricht der Gehörlosen Verwendung findet, war schon berührt worden, aber wenn dieser Unterricht der Mindersinnigen überhaupt kaum ohne Heranziehung der Vibrationsempfindungen seiner Aufgabe genügen könnte, so ist damit nicht gesagt, dafs den Vibrationsempfindungen für das Sprechen

---

[1] „Tonempfindungen gehen an der unteren Frequenzgrenze in Flattern, an der oberen Intensitätsgrenze (und Frequenzgrenze) in Kitzel (dann in Schmerz) also in Vibrationsempfindungen über. Man wird förmlich dazu gezwungen, das Gehörsorgan als ein höher entwickeltes Vibrationssinnesorgan anzusehen.“ (E. v. Hornbostel in der angeführten Besprechung). — „Beim Gehör ist der genetische Zusammenhang mit der Erschütterungswahrnehmung eines Statolithenorgans auch noch in der Bewufstseinsanalyse kenntlich; bei tiefsten Tönen langsamster Schwingung vermag das Ohr die einzelnen Tonstöfse noch wahrzunehmen.“ M. Ettlinger, Tierpsychologische Anmerkungen, S. 235 f.

und Singen der Normalen nicht auch hohe Bedeutung zukomme. Die Vibrationen, die durch das Schwingen der Stimmbänder entstehen, werden infolge der Resonanzfähigkeit unseres Körpers auch subjektiv deutlich wahrgenommen, wir lokalisieren sie in Brustkorb, Hals und Kopf.[1] Mir ist es sehr wahrscheinlich, daſs die so wahrgenommenen Vibrationsempfindungen für die richtige Innervation der Stimmbänder bedeutungsvoller sind als die so häufig und so viel diskutierten kinästhetischen Empfindungen des Kehlkopfes.[2] Aus dieser Erkenntnis läſst sich vielleicht Nutzen auch für die Methodik der Sprech- und Stimmbildung des Normalen ziehen.

Wir wenden uns der Wahrnehmung von Vibrationen an Gegenständen unserer Umgebung zu. Vibrationsempfindungen geben uns Kunde von dem schweren Wagen, der am Haus vorbeifährt, von dem Gang des Fahrzeugs, in dem wir sitzen, sie helfen dem Kapitän bei der Kontrolle des fahrenden Schiffes, dem Flugzeugführer bei der Kontrolle des Flugzeugs. Hat man einmal angefangen, auf Phänomene dieser Art zu achten, dann entdeckt man, daſs unsere Welt nicht nur eine tönende, sondern in weitem Umfang auch eine vibrierende Welt ist.

Eine Fahrt in der Eisenbahn bietet besonders reiche Gelegenheit, sich in das Studium von Vibrationsempfindungen zu vertiefen. Wir wollen annehmen, daſs der Zug auf gerader Strecke mit gleichförmiger Geschwindigkeit fährt, so daſs das Vestibularorgan wenig in Anspruch genommen wird. Wir

---

[1] Es sei dem Leser empfohlen, sich zur Veranschaulichung des Gesagten Töne zu erzeugen und dabei die Hand an den Kehlkopf zu halten. Man kann dabei lehrreiche Vergleiche zwischen den ins Innere lokalisierten und den an den Fingern empfundenen Vibrationen anstellen.

[2] Auch andere Autoren haben sich neuerdings mehrfach gegen eine Überschätzung der Leistungsfähigkeit der kinästhetischen Empfindungen ausgesprochen, so z. B. Th. Ziehen (*Zeitschr. f. päd. Psychol. u. exp. Pädagogik* 10, 1914, S. 43). Ich mache hier aufmerksam auf den wertvollen Überblick über die Geschichte der Lehre von den kinästhetischen Empfindungen, den dieser Autor in den Fortschritten der Psychologie Bd. 1, 1913 gegeben hat. — „Die inneren subjektiven Tastempfindungen sind oft überschätzt, die äuſseren, am Objekt wahrgenommenen, dagegen unterschätzt worden.“ R. Lindner, Untersuchungen über die Lautsprache und ihre Anwendung auf die Pädagogik, Leipzig 1916, S. 85.

verstopfen uns die Ohren recht gut, schliefsen die Augen und versenken uns dann in die auf uns einstürmende Symphonie von Vibrationsempfindungen. Teils zartere, teils grobere gleichmäfsige vibratorische Eindrücke laufen, ohne sich zu stören, nebeneinander her, bilden gewissermafsen den Hintergrund, von dem sich sanftere Vibrationswellen und schärfere Vibrationsstöfse abheben. Diese Empfindungen halten durch ganz verschiedene Teile des Leibes Einzug, durch die Fufssohlen, die Schenkel, das Gesäfs, den Rücken, evtl. auch durch die aufgelegten Hände oder Arme. Das Bewufstsein verbindet die verschiedenen Reihen und, wenn auch die Einheit nicht so innig ist wie bei akustischen Zusammenklängen, man kommt kaum um die Feststellung herum, dafs hier vibratorische Elemente durch das Bewufstsein zu volleren Einheiten verschmolzen werden.

Die vorstehenden Betrachtungen über die Leistungen des Vibrationssinns haben vielleicht auch für die praktische Medizin einige Bedeutung; der Neurologe möchte ihnen bei Untersuchungen der Vibrationsempfindlichkeit Beachtung schenken, und der Otologe wird immer das sehr weitgehende Vikariat der Vibrationsempfindungen für die Gehörsempfindungen als Fehlerquelle zu berücksichtigen haben.[1]

Anhang. Die Vibrationsempfindungen in der Tierpsychologie.

In der Tierpsychologie können Vibrationsempfindungen helfen, eine Aufklärung des Verhaltens von Tieren zu geben, die deutlich auf akustische Reize reagieren, ohne im Besitz von Gehörsorganen zu sein oder von solchen Tieren, die zwar Gehörsorgane haben, sich aber offenbar mehr durch mechanische Erschütte-

[1] Es sei hier ein vom Otologen gelegentlich angewandtes Verfahren zur Entlarvung von Personen angeführt, die sich taub stellen. Läfst man hinter dem Rücken eines wirklich Tauben einen schweren Gegenstand fallen, so wird sich der Betreffende in der Regel umdrehen, weil ihm seine Fufssohlen durch den ausgelösten Vibrationsimpuls, den er zu beachten gelernt hat, Kenntnis von dem Fall geben. Der Simulant läfst das Fallen ganz unbeachtet, weil er es nicht hören darf; was die auch ihn treffenden Vibrationen angeht, so hat er sie als Hörender überhaupt nicht zu beachten gelernt, oder er weifs doch nicht, welchen Gebrauch er von ihnen in seinem Simulationssystem machen darf.

rungen des Mediums, in dem sie leben, in ihrem Benehmen bestimmen lassen als durch akustische Reize. Können Fische hören? Auf diese alte Streitfrage ist K. v. FRISCH neuerdings eingegangen und konnte mit Sicherheit zeigen, dafs eine Reaktion eines Fisches auf akustische Reize erfolgt.[1] Es bedarf nun noch der Feststellung, ob dabei der akustische Nerv erregt wird oder ob Vibrationsempfindungen anzunehmen sind. Es ist bekannt, dafs Eidechsen auf Erschütterung des Bodens hin, nicht aber auf akustische Reize die Flucht ergreifen. G. KAFKA[2] schreibt: „Zu den rheotropisch-anemotropischen Erscheinungen gehören auch die Fälle, in denen die Annäherung eines Organismus an einen festen Körper eine Reflexion der durch die eigene Bewegung erzeugten Wasser- oder Luftwellen an jenem Körper zur Folge hat. Ein solches Tasten in die Ferne wie es von menschlichen Blinden her bekannt ist, wurde besonders bei Insekten, Fischen und Fledermäusen beschrieben.“ Hier sind sicher Vibrationsempfindungen im Spiel. Nach neueren Versuchen scheint bei den Fledermäusen „eine Übertragung der Luftdruckschwankungen auf das Trommelfell erforderlich zu sein“ (KAFKA). Ist das Ohr der Fledermaus auch taktilvibratorischen Reizen zugänglich, so erweist es sich zugleich als Gehörorgan wie als Vibrationsorgan für akustisch nicht mehr wahrnehmbare Luftwellen.

Nach O. KOEHLER (Sinnesphysiologie der Tiere, Jahresbericht über die ges. Physiologie 1922, S. 435) hat RABAUD bei verschiedenen Netze webenden Spinnen einen hoch ausgebildeten Vibrationssinn gefunden. Die verschiedenen Netzspinnen werden durch eine Kammer-a-Gabel herangelockt. Selbst wenn das Instrument dem Netzrande nicht angelegt, sondern nur auf 1 cm genähert wird, genügt offenbar die Lufterschütterung, um die Spinne heranzuziehen. AL. DICHTL hat gezeigt, dafs die Ameise Camponotus herculaneus in sehr feiner Weise auf Erschütterungen des Bodens reagiert, wobei der Gehörsinn als ausgeschaltet angesehen werden darf. „Der Erschütterungssinn, welcher sie schon auf leiseste Bewegungen

---

[1] K. v. FRISCH, Ein Zwergwels, der kommt, wenn man ihm pfeift. *Biol. Zentralbl.* 43, 1923.

[2] G. KAFKA, Tierpsychologie, München 1922, S. 38.

der Unterlage aufmerksam macht, spielt gewifs im Leben der bodenbewohnenden Tiere, die sich kriechend bewegen, eine ganz hervorragende Rolle. Dieser Sinn kann ihnen von weitem her die Annäherung einer Gefahr signalisieren" (*Zeitschrift für wiss. Insektenbiologie* 19, 1924).

In sehr überzeugender Weise hat MATTHES die Rolle des Vibrationssinns bei der Nahrungsaufnahme von Molchen nachgewiesen. „Dafs der Erschütterungssinn für sich allein zur Alarmierung genügt, läfst sich am einfachsten an geblendeten Molchen nachweisen, die durch leise Erschütterungen des Wassers, wie wir sie durch schnelles Hin- und Herbewegen eines Glasstäbchens erzeugen können, sofort aus ihrer Ruhe aufgestört werden. Aber auch als Leitorgan vermag der Erschütterungssinn zu dienen. Denn wenn wir z. B. die Erschütterung rechts von der Körpermitte des Molches hervorbrachten, so dreht er sich ruckweise so lange nach rechts herum, bis er mit der Schnauze unmittelbar vor dem bewegten Stäbchen steht und schnappt danach. Lassen wir es aber nicht ganz so weit kommen und rücken mit dem Stäbchen langsam weiter, so folgt der Molch hinter dem Stäbchen her." [1] Zu einem ähnlichen Befund ist früher bei methodisch weniger eindringenden Versuchen HAECKER gekommen. „Die Axolotl dürften bei der Aufnahme der Nahrung durch eine besondere Funktion des Oralsinns und zwar wahrscheinlich durch die Rezeption leiser Erschütterungen des Wassers geleitet werden." [2] Man beachte, dafs es nach den von MATTHES gemachten Beobachtungen auf Grund vibratorischer Reizung zu einer treffenden Lokalisation von Erschütterungszentren kommt, einer Leistung, die der Lokalisation von Schalleindrücken an die Seite zu stellen ist.[3] Anläfslich eines Vortrags über den

---

[1] ERNST MATTHES, Die Rolle des Gesichts-, Geruchs- und Erschütterungssinnes für den Nahrungserwerb von Triton. *Biol. Zentralbl.* 44, 1924, S. 83 f., sowie von demselben Verfasser: Das Geruchsvermögen vom Triton beim Aufenthalt unter Wasser. *Zeitschr. f. vergl. Physiol.* 7, 1924.

[2] HAECKER, Über Lernversuche an Axolotln. *Arch. f. d. ges. Psychol.* 20, 1899.

[3] Nach F. BALTZER lokalisieren auch manche Spinnen das durch eine gefangene schwirrende Fliege bedingte Erschütterungszentrum des Netzes genügend scharf, um daraufhin die Beute aufzufinden. Die Naturwissenschaften, 12. Jahrg. 1924, Heft 45.

Vibrationssinn machte mir ein Zoologe Mitteilung von Beobachtungen an Hasen und wilden Kaninchen, nach denen man annehmen müfste, dafs diese Tiere sich in ihrem Verhalten wesentlich durch Vibrationen mitbestimmen lassen, die sie durch den Erdboden erreichen, auf dem sie sitzen. Ja, sie erhielten auch vibratorisch Auskunft über die Richtung, aus der Gefahr droht. Es war mir nicht möglich, hierüber selbst Erfahrungen zu sammeln, aber die Angaben klingen nicht unwahrscheinlich, denn es spricht manches dafür, dafs auch bei Gehörlosen unter günstigen Bedingungen eine ungefähre Lokalisation von Vibrationszentren erfolgt, die allerdings hinter der Vollkommenheit der akustischen Lokalisation von Schallquellen weit zurückbleibt.[1]

Wenn wir noch kurz auf die Rolle des Tastsinns in des Wortes alter Bedeutung in der Tierpsychologie eingehen dürfen, so ist zu sagen, dafs die Wahrnehmung von Oberflächenstrukturen für die meisten Tiere biologisch nicht allzu wichtig zu sein scheint, jedenfalls nicht für die Säuger und Vögel. Der behaarte oder gefiederte Teil des Tierkörpers eignet sich wenig für die Wahrnehmung von Glätte und Rauhigkeit, Härte und Weichheit, überhaupt zu keinerlei analysierendem Tasten, wohl aber wegen der hebelartigen Wirkung der Haare und Federn zur geschickten Bewegung im Raum und zur Erkennung von Reizorten am eigenen Leib. Mir ist z. B. immer aufgefallen, wie gut Pferde die Stelle zu lokalisieren vermögen, auf die sich eine Fliege gesetzt oder wo man die Haarspitzen in zartester Weise berührt hat. Haare und Federn, mehr noch die behornten Stellen der Extremitäten wirken nahezu völlig isolierend gegenüber allen thermischen Qualitäten der berührten Dinge. Die Extremitäten der Säuger, mit Ausnahme derjenigen, die Greifhände haben, eignen sich auch nicht für

---

[1] Ich vermute, dafs hier ein Zusammenhang besteht mit den soeben veröffentlichten merkwürdigen Feststellungen O. Klemms (Über die Wirksamkeit kleinster Zeitunterschiede auf dem Gebiete des Tastsinns, *Archiv f. d. ges. Psychol.* **50**, 1925), dafs bei taktiler Reizung von symmetrischen Stellen des Körpers (beide Zeigefinger) der Eindruck des Gerichtetseins noch eintritt, wenn zwischen den beiden Erregungen ein Intervall von einigen Tausendstel Sekunden liegt.

stereognostische Zwecke, besser das Maul.[1] — Tiere mit nackter Haut wie Frösche, Regenwürmer und Planarien unterscheiden, wie der Versuch zeigt, Rauhigkeiten. „Viele Krebse suchen eine rauhe Unterlage auf, müssen sie also auch als solche erkennen können"[2] (KAFKA, a. a. O. S. 37). Tastempfindungen, die durch gegenseitige Berührung ausgelöst werden, dienen nach den schönen Untersuchungen von v. FRISCH[3] der Verständigung der Bienen bei ihren Werbetänzen. Hier darf auch noch das gegenseitige Betrillern der Ameisen angeführt werden.

Wir schliefsen diese tierpsychologischen Betrachtungen mit einem Schritt in die Welt der Pflanzen. „Die Botaniker unterscheiden eine Empfindlichkeit gegen Stofsreize und eine Empfindlichkeit gegen Kontaktreize. Pflanzen, welche gegen Stofsreize empfindlich sind (das bekannteste Beispiel derselben ist Mimosa) reagieren schon auf einen einzigen Anstofs mit der vollen Bewegungsamplitude, worauf eine längere refraktive Periode ... folgt".[4] Also bis in die Botanik hinein bewährt sich unsere Theorie von der Notwendigkeit, die zwei Äste des Tastsinns, den Druck- (Berührungs-)Sinn und den Vibrationssinn, scharf voneinander zu unterscheiden.

§ 44. Die Organe des Vibrationssinns.

Die Berechtigung, von einem Vibrationssinn zu sprechen, leite ich ab aus der phänomenologischen und funktionellen Sonderstellung der Vibrationsempfindungen gegenüber den Druckempfindungen, mit denen allein sie zusammengeworfen werden könnten. Im allgemeinen fordert man, damit es berechtigt sei, von einem besonderen Sinn zu sprechen, den Nachweis spezieller Sinnesorgane. Ein solcher Nachweis läfst sich vorläufig für den Vibrationssinn nicht erbringen. Aber

---

[1] Man vergleiche hierzu L. EDINGERS Ausführungen über den Oralsinn in seinem tierpsychologischen Vortrag auf dem 3. Kongrefs f. exp. Psychologie. Bericht herausgeg. von FR. SCHUMANN. Leipzig 1909.

[2] Neues Material, das hierher gehört, enthält auch die kürzlich erschienene Arbeit von H. BALSS über Anpassungen und Symbiose der Paguriden. *Zeitschr. f. Morphologie u. Ökologie der Tiere* 1, 1924.

[3] K. v. FRISCH, Über die „Sprache" der Bienen. Jena 1923.

[4] M. v. FREY u. F. KIESOW, Über die Funktionen der Tastkörperchen. *Zeitschr. f. Psychol.* 20, 1899, S. 159.

es darf vielleicht in diesem Zusammenhang daran erinnert werden, daſs man bezüglich der Zuordnung der anderen Sinne der Haut (Druck-, Wärme-, Kälte-, Schmerzsinn) zu den in der Haut angetroffenen Sinnesorganen bis jetzt auch über Vermutungen kaum hinausgekommen ist. Fast fordert der groſse Reichtum der Haut an nervösen Elementen dazu heraus, hier noch mehr Sinne als bisher zu unterscheiden.[1] Wir treffen Gebilde in der Haut an, die sich nach Gröſse und Beschaffenheit als Vermittler für Oszillationen kaum weniger eignen würden als die Elemente der Basilarmembran, die nach HELMHOLTZ' Theorie als Resonatoren für die Töne zu deuten sind.[2] Damit soll aber nicht gesagt sein, daſs nicht vielleicht die EWALDsche Schallbildtheorie für das Verständnis der Funktionsweise der Vibrationssinnesorgane noch bessere Dienste leisten kann.[3] Der Gehörlose lernt beim methodischen Unterricht mit den Fingern sehr verschiedene Schwingungszahlen wahrzunehmen und zu unterscheiden. Sollen wir wirklich annehmen, daſs seine Finger und entsprechend ihrer jeweiligen vibratorischen Leistungsfähigkeit auch die anderen Stellen des Körpers mit Organen ausgestattet sind, die einen so komplizierten Bau aufweisen wie ihn die HELMHOLTZsche Re-

---

[1] „Es gibt wenig Organe im menschlichen Körper, die mit nervösen Elementen so reichlich und in so mannigfacher Weise ausgestattet sind, wie die Haut.“ A. JESIONEK, Biologie der gesunden und kranken Haut. Leipzig 1916.

[2] Nach M. v. FREY und F. KIESOW (S. 149 der soeben angeführten Arbeit) bestehen in der menschlichen Haut mit ihren 75% Wasser sehr bedeutende osmotische und Reibungswiderstände, so daſs für schwache und kurzdauernde Deformationen die Verschiebung der Flüssigkeit vernachlässigt werden und der Haut die Eigenschaft vollkommener Elastizität zuerkannt werden kann. Das macht sie natürlich für die Aufnahme von Vibrationen besonders geeignet.

[3] Vgl. hierzu R. EWALD, Eine neue Hörtheorie. *Pflügers Archiv* 76, 1899. EWALD hat die Quintessenz seiner Theorie, die ihrer Grundtendenz nach besser mit der auf Ganzheitsprozesse gerichteten Psychologie unserer Tage harmoniert als die auf Elemente bauende Resonatorentheorie, in folgendem Satz dargeboten: „Im Ohre erzeugen die durch den Schall hervorgebrachten Impulse auf der Grundmembran ein Wellenbild (Schallbild), dessen spezielle Form die Grundmembran befähigt, ein Glied zu bilden in der Kette von Übertragungsapparaten, welche zwischen Schall und Schallempfindung vermitteln.“

sonatorentheorie fordern würde? Bietet die Theorie EWALDS nicht die bessere Erklärungsmöglichkeit? Nach ihr scheint mir auch das leichter zu verstehen zu sein, dafs obere und untere Grenze der wirksamen Oszillationen — wie aus den Angaben aller Autoren, die sich mit Vibrationsempfindungen beschäftigt haben, geschlossen werden darf — an den verschiedenen Stellen so verschieden liegen. Je weiter die Grenzen dieser verschiedenen Vibrationssinnesorgane auseinanderliegen, um so leistungsfähiger müssen sie genannt werden. Unser Körper gibt gewissermafsen eine Schau der Entwicklung dieser Organe vom einfachsten (mit engsten Grenzen) bis zum höchsten Typus (dem Ohr, mit den weitesten Grenzen). — Ich möchte glauben, dafs die soeben angestellten Erwägungen EWALDS Theorie des Hörens eine neue Stütze gewähren können.

Wenn sich bei WUNDT[1] ausgesprochen findet, dafs „bei zahlreichen Insekten ein Gebilde vorkommt, welches die drei Entwicklungsstufen Tastorgan, tonisches Organ und Hörorgan in sich zu vereinigen scheint" und damit sogar drei Sinne demselben Sinnesorgan koordiniert werden, so ist nicht einzusehen, warum nicht Drucksinn und Vibrationssinn beim Menschen demselben Sinnesorgan koordiniert sein sollten. Theoretisch ist der Fall sehr wohl denkbar, dafs in demselben Sinnesorgan Einrichtungen getroffen sind, um zwei verschiedene Reizformen aufzunehmen und auch dementsprechend zwei verschiedene Arten von Sinnesempfindungen auszulösen.[2] Eine

[1] W. WUNDT, Grundzüge der physiologischen Psychologie. 6. Aufl. 1908, Bd. 1, S. 442. Ich möchte hier noch eine Beobachtung anführen, die mit Rücksicht auf das obige Zitat aus WUNDT besondere Beachtung verdient. Setzt man eine schwingende Stimmgabel auf die Stirn, so tritt meist ein an Schwindel grenzendes unangenehmes Erlebnis auf. Offenbar werden die Gleichgewichtsorgane durch die Vibration erregt. — M. ETTLINGER hat in den oben angeführten „tierpsychologischen Anmerkungen" auf den deutlichen Stadienverlauf vom Seismographenorgan zum Gehörorgan hingewiesen (belegt durch HENSENS Versuch mit einem Krebs, dessen abgestreifte Hörhaare auf verschiedene Töne spezifisch reagieren).

[2] „Dafs Druck- und Vibrationsempfindungen — auch an derselben Körperstelle — gleichzeitig wahrgenommen werden können, bedeutet keine Schwierigkeit, da auch sonst zwei verschiedene Reizarten, gleichzeitig auf dasselbe Organ wirkend, nebeneinander bestehende Erschei-

derartige Anschauung hat neuerdings M. v. Frey unter Entwicklung seiner bereits oben (S. 190) angedeuteten Ansicht in verschiedenen Veröffentlichungen vertreten.[1] „Die Untersuchungen der letzten Jahre haben ergeben, daſs der Drucksinn der Haut vier Arten von Empfindungen vermittelt, die als Berührung, Kitzel, Schwirren und Druck bezeichnet werden.“ Uns interessieren in diesem Zusammenhang nur die beiden Empfindungen Druck und Schwirren (Vibrationsempfindungen) die, als qualitativ verschieden anerkannt, v. Frey demselben Sinnesorgan zuschiebt. Warum, fragt v. Frey, werden diese Empfindungen nicht ohne weiteres als nächstverwandt, ja im wesentlichen als gleichartig und nur formal verschieden erkannt? Warum entsteht nicht unmittelbar der Eindruck, daſs ihnen derselbe elementare Vorgang zugrunde liegt und daſs die Unterschiede nur durch verschiedene räumliche und zeitliche Erregung der Nervenenden bedingt sind? „Die Antwort kann nur dahin lauten, daſs die in den peripheren Empfangsorganen gesetzten Erregungen nicht unverändert nach den Orten gelangen, wo die den Bewuſstseinserscheinungen zugeordneten physiologischen (psychophysischen) Vorgänge sich abspielen. Die Erregungen treten zueinander in Beziehung, verschmelzen bis zu einem gewissen Grade, bilden neue Komplexe.“ Ohne eine endgültige Entscheidung darüber zu treffen, ob man für den Vibrationssinn besondere Sinnesorgane anzunehmen habe oder nicht, halte ich die letztere Annahme doch, wie ich das auch schon in Vibrationssinn I zum Ausdruck gebracht habe, für wahrscheinlicher, würde also hier mit v. Frey einig gehen.[2] Diese Entscheidung läſst es, und darüber muſs

---

nungen ergeben können, z. B. dieselbe Schwingung einen glatten beidohrigen Ton und einohrige Schwebungen.“ E. v. Hornbostel, Referat.

[1] M. v. Frey, Die vier Empfindungsarten des Drucksinnes. *Zeitschr. f. Biologie* **79**, 1923. — Über Wandlungen der Empfindungen bei formal verschiedener Reizung einer Art von Sinnesnerven, *Psychologische Forschung* **3**, 1923. — Kitzel-, Berührungs- und Druckempfindung, *Skandinavisches Archiv f. Physiologie* **43**, 1923. — Felix u. M. v. Frey, Versuche über den Hautkitzel, *Zeitschr. f. Biologie* **78**, 1923.

[2] Eine weitere Stütze findet diese Annahme auch in dem Nachweis, daſs Hornhaut und Bindehaut des menschlichen Auges, die der Berührungs- und Druckempfindungen entbehren, auch auf Stimmgabelreizung nicht mit Vibrationsempfindungen antworten. M. v. Frey und

man sich klar sein und v. Frey ist sich auch dessen bewufst, zu einer Folgerung kommen, die einer theoretischen Grundanschauung der Sinnesphysiologie widerspricht. „Wie man sieht, liegt in der Möglichkeit durch Reizung einer Art von Rezeptoren qualitativ verschiedene Empfindungen hervorzurufen, eine Art teilweise Durchbrechung des Satzes von der spezifischen Energie der Sinnesnerven.“[1] Diese Folgerung ziehe ich für meine Person, denn ich spreche die Vibrationsempfindung als eine besondere Sinnesmodalität im Sinne von Helmholtz an und nicht als eine modifizierte Druck- oder Berührungsempfindung; streng genommen brauchte sie v. Frey für sich nicht zu ziehen, denn die Qualitätsverschiedenheit, die er zwischen Druck- und Vibrationsempfindung feststellt, bedeutet ebensowenig eine Durchbrechung des Satzes von Johannes Müller wie etwa die Konstatierung von Qualitätsunterschieden im Gebiete der Töne oder der Farben.

M. v. Frey sieht in den Vibrationsempfindungen Gestalten des Drucksinns im Sinne der Gestalttheoretiker. Er behauptet, dafs sie der Definition W. Köhlers entsprechen, der unter Gestalten Zustände und Vorgänge versteht, deren charakteristische Eigenschaften und Wirkungen aus artgleichen Eigenschaften und Wirkungen ihrer sog. Teile nicht zusammensetzbar sind. Ich verkenne nicht die Fruchtbarkeit dieses Köhlerschen Begriffs dort, wo er anwendbar ist, sehe aber nicht, wie man ihn an die Vibrationsempfindungen heranbringen könnte. Man kann an der Vibrationsempfindung überhaupt nicht Teile unterscheiden, sie existiert nur als Ganzes. Man kann ihre Intensität ändern, man kann ihre Dauer bis auf die von Vibrationsstöfsen verkürzen, aber diese Änderungen sind von ganz anderer Natur, als wenn man an einer wirklichen Gestalt wie an einer visuellen Figur oder an einer Melodie eine Zerlegung in Elemente vornimmt. Das Reden

---

W. Webels, Über die der Hornhaut und Bindehaut des Auges eigentümlichen Empfindungsqualitäten. *Zeitschr. f. Biol.* 74, 1922.

[1] In einer Untersuchung „über die Sensibilität, insbesondere den Drucksinn, vom physiologischen Gesichtspunkt aus“ (*Klin. Wochenschr.* 2, Nr. 46, 1923) betont V. Frhr. v. Weizsäcker, dafs dem Begriff der spezifischen Sinnesenergie eine gewisse Weite gegeben werden müsse, wenn er nicht in die Irre führen soll.

von Gestalten bei den Vibrationsempfindungen kann nur mit dem Recht (resp. Unrecht) geschehen, wie es bei den Tönen geschehen könnte. Ich glaube, es wird sich so leicht niemand finden, der bei einzelnen Tönen von verschiedener Gestaltung aus den elementaren Luftdruckschwankungen sprechen möchte. Alle echten Gestalten werden in weitgehendem Maſse durch die begleitende Auffassung mitbestimmt, das zeigt sich bei jeder visuellen Figur, bei jeder Melodie. Aus dieser Tatsache ergibt sich die andere, daſs an jeder Gestalt die individuelle Erfahrung ihren besonderen Anteil hat. Wir können durch die Erfahrung lernen, einen einzelnen Ton zu benennen oder ihn sonstwie in diese oder jene Relation zu einem andern zu bringen, damit erfährt aber das Tonphänomen selbst keine wesentliche Änderung. Sehen wir von den äuſserlichen assoziativen Beigaben ab, so gilt, daſs ein einzelner Ton von der individuellen Erfahrung relativ wenig beeinfluſst wird. Ich möchte nun behaupten, daſs von den Vibrationsempfindungen ganz das soeben von den Tönen Gesagte gilt: sie sind auf dieselbe Weise und in demselben Grad — und nur in diesem Grad — durch die Erfahrung zu beeinflussen wie die Tonempfindungen.

Soll, wenn hier eine entwicklungsgeschichtliche und weitgehende funktionelle Verwandtschaft zwischen Gehörssinn und Vibrationssinn konstatiert wird, auch eine phänomenologische Ahnlichkeit zwischen Gehörs- und Vibrationsempfindungen behauptet werden? Auf diese Frage nach dem Verhältnis der Sinnesmodalitäten zueinander möchte ich vorläufig nur antworten, daſs, wenn man mich zu einer Entscheidung zwingen würde, ich tatsächlich die Reihe Druckempfindungen — Vibrationsempfindungen — Gehörsempfindungen als Ausdruck der bestehenden verwandtschaftlichen Beziehungen phänomenologischer Natur gelten lassen würde.

§ 45. Die Wahrnehmung von Eigenschaften der Körper durch den Vibrationssinn.

Wir haben im § 43 die Wahrnehmung vibratorischer Zustände behandelt, wir wenden uns nunmehr der Wahrnehmung von Eigenschaften der uns umgebenden Körper durch den Vibrationssinn zu. So wenig ich als Nicht-Fachmann die

beim Fahren eines Eisenbahnzuges oder beim Laufen einer Maschine entstehenden Geräusche als Hinweise auf dauernde Eigenschaften dieser Gegenstände zu nehmen pflege, so wenig gilt dies auch für die Vibrationen, die mich in diesen Fällen etwa erreichen. Die akustische resp. vibratorische Kundgabe ist zu wenig spezifisch, um eine solche Aufgabe zu lösen. Anders liegt der folgende Fall: Ich kann über das Material eines mir vorgelegten Gegenstandes nicht ins reine kommen, daraufhin beklopfe ich ihn mit dem Nagelrand, und nun gibt das dabei entstandene Geräuch dem Ohr, der dabei entstehende Vibrationsimpuls dem Tastsinn die gewünschte Auskunft. Wir wollen vorläufig von der akustischen Seite des Vorgangs ganz absehen, und indem wir durch Verstopfung der Ohren wieder dafür sorgen, dafs das Akustische so gut wie möglich ausgeschaltet wird, den Versuch rein taktil durchgeführt denken. Das Material enthüllt sich dem Tastorgan. Ich erfahre, ob ich es mit einem elastischen oder unelastischen, einem härteren oder weicheren Material zu tun habe; es können noch Materialien voneinander unterschieden werden, die bei „oberflächlicher" Betastung ganz denselben Eindruck machen. Nicht der gewöhnliche einige Sekunden dauernde Tastvorgang gibt uns nun diese Auskunft, sondern der über einen kleinen Bruchteil einer Sekunde sich erstreckende Vibrationsimpuls.

Ich habe einige Versuche über die Dauer eines Vibrationsimpulses angestellt, der für gewöhnlich zur Erkennung eines Materials führen kann. An einem Finger wird ein eiserner Fingerhut angebracht, dem durch einen leicht beweglichen Draht ein Strom zugeführt wird. Mit dem Fingerhut wird ganz kurz auf eine Metallplatte geschlagen, deren elastische Natur an dem Vibrationsstofs erkannt wird. Im Augenblick der Berührung von Fingerhut und Metallplatte wird ein Strom geschlossen und die Dauer der Stromschliefsung in der üblichen Weise auf einem Kymographion graphisch registiert. Es haben sich als kürzeste Berührungszeiten Zeiten von etwa $^1/_{100}$ sec ergeben. Da die Erregung des Tastorgans nicht sofort mit dem Zusammenstofs von Fingerhut und Platte beginnen, mit der Trennung aufhören wird, so wird die von uns gemessene Zeit nicht genau die Zeit des Vibrationsimpulses angeben, aber in der Gröfsenordnung dürften die beiden Zeiten gut

miteinander übereinstimmen. Es ist auch gestattet anzunehmen, dafs die Anbringung des Fingerhutes, welcher der Erreichung eines guten Stromschlusses dient, die Dauer des Vibrationsimpulses beim Schlagen mit blofsem Fingernagel nicht wesentlich verändert. Auch beim Hantieren mit einem Hammer oder einem anderen Werkzeug läfst uns der Charakter des Vibrationsimpulses das Material erkennen, welches vom Werkzeug getroffen wird, es war darum von Interesse, auch für solche Fälle Zeiterhebungen vorzunehmen.[1] Die Berührungszeiten Hammer-Eisenplatte sinken bis auf $^1/_{200}$—$^1/_{800}$ (!) sec[2] herab, und doch kommt es noch zu sicherer zweifelsfreier Erkennung des Materials.

Wenn der Vibrationsimpuls in vielen Fällen zu einer Erkennung des Materials führt, so ist das nur so zu erklären, dafs der durch den Schlag mit dem Nagel oder einem Werkzeug getroffene Körper in einen ihm eigentümlichen Schwingungszustand gerät und diesen Schwingungszustand dem Vibrationssinnesorgan aufzwingt. Die Zahl der Fälle, in denen es zu einer spezifischen Erkennung eines Materials als Holz, Pappe, Metall, Porzellan usw. kommt, ist bei weitem nicht so grofs wie die Zahl der Fälle, die überhaupt unterschieden werden können; das überrascht nicht, denn es mangelt ja an der nötigen Beachtung dieses taktilen Auskunftsmittels von seiten des Normalsinnigen. Viel mehr Übung haben wir Hörende schon darin, die Schlaggeräusche für die Erkennung von Materialien auszudeuten, darum können uns auch bei Versuchen dieser Art die entstehenden aufserordentlich mannigfaltigen Geräusche als Kontrollmittel dienen.

Vibrationsstöfse geben uns auch Auskunft über die Beschaffenheit des Bodens, auf den wir unseren Fufs aufsetzen oder den wir mit der Zwinge unseres Spazierstockes berühren. Das Auge hat, wenn wir von den wenigen durchsichtigen Stoffen

[1] Wir merken auch, ob wir mit einem Hammer aus Holz oder aus Eisen einen Schlag ausführen, auch wenn in beiden Fällen gleiches Gewicht und gleiche Massenverteilung denselben Kraftaufwand erforderlich machen. Die Prellung ist ein in schmerzhafter Weise gesteigerter Vibrationsimpuls.

[2] Bei so kurzen Zeiten kann es natürlich nur zu Geräusch- aber nicht zu deutlichen Klangcharakteren kommen.

absehen, diesen Leistungen des Vibrationssinnes, die uns ein Eindringen in die Materialbeschaffenheit des Körpers ermöglichen, nichts an die Seite zu stellen. Die Eigenschaften der Dinge manifestieren sich dem Vibrationssinn in spezifischer Weise, die Kundgabe ist in dem oben (S. 210) definierten Sinn dynamisch-aktiv.[1]

Es sei noch erwähnt, dafs die Vibrationsimpulse, von denen hier die Rede war, von fast allen Teilen des Leibes wahrgenommen werden können. Klopft man mit einem Hämmerchen auch nur schwach auf eine Tischplatte, so vermag ein anderer diese Schläge noch in gröfserer Entfernung mit der Hand, dem Ellbogen, den aufgesetzten Zähnen zu spüren; merkwürdigerweise gelingt die Ertastung nicht mit der Zunge, ein sicherer Beweis dafür, dafs die Vibrationsempfindlichkeit der Druckempfindlichkeit und der Feinheit des Raumsinnes nicht einfach parallel geht. Vibrationsstöfse sind sehr wahrscheinlich auch Teilkomponenten des Pulsschlags, auch damit dürfte die bereits angeführte Beobachtung Hausmanns zusammenhängen, dafs die Zungenspitze den Radialispuls nicht fühlen kann.[2]

Der Vibrationssinn ist aber noch in anderer Weise und in weit gröfserem Umfang als vorstehend geschildert am Tastakt beteiligt, und wir kommen damit auf eine systematische Darstellung von Dingen, die im Vorhergehenden schon mehr-

---

[1] Es sei hier eine sehr merkwürdige tierpsychologische Beobachtung eingefügt. Albrecht Hase (*Die Naturwissenschaften*, 12. Jahrg., 1924, S. 380) beschreibt das Verhalten der Schlupfwespe Lariophagus distiguendus, wenn sie durch den Kokon der Larven einer anderen Schlupfwespe (Habrobracon juglandis Ashmead) zur Eiablage hindurchsticht, wie folgt: „Die ... Fühler beklopfen in schnellstem Schlagtempo eine kleine Stelle, die sich unter dem Leib des Weibchens befindet. Dieses vibrierende Tasten und Klopfen läfst sich am besten mit dem Vorgang des schnellsten Trillerschlagens beim Klavierspiel vergleichen." Die sorgfältig ausgewählte Stelle wird dann durchstochen. Das Verhalten läfst kaum eine andere Deutung zu als die, dafs die durch Betrillern erzeugten Vibrationsstöfse dem Insekt Auskunft über Dicke und sonstige Eigenschaften der zu durchstofsenden Kokonstelle geben sollen. Also palpatorische Untersuchung auf vibratorischer Grundlage durch ein Insekt!

[2] Goldscheider und Hoefer haben (a. a. O. S. 316) zu diesem Punkt Versuche mit pulsierenden Schläuchen angestellt.

fach berührt worden sind. Wenn man, während die Finger Tastbewegungen ausführen, das Ohr den betasteten Flächen nähert, so kann man feststellen, dafs beim Tasten Dauergeräusche entstehen, die sich nach der Stärke und nach der Qualität mehr oder weniger voneinander unterscheiden. Hat man es mit einer Serie von Papieren zu tun, so kann man nach einiger Übung die Papiere recht gut allein nach den erzeugten Geräuschen auseinanderhalten.[1] Diese wahrnehmbaren Geräusche sind ein untrügliches Kriterium dafür, dafs bei der Bewegung des Fingers an seiner Berührungsstelle mit den Tastflächen Schwingungen entstehen, und nun ist die Behauptung, dafs die durch diese Schwingungen ausgelösten Vibrationsempfindungen erst die feinere Unterscheidung der Tastflächen nach ihrem Rauhigkeits- resp. Glattheitscharakter gestatten. Die Vibrationsempfindungen sind um so schwächer, je glatter die betastete Fläche ist, ob sie aber selbst bei den glattesten in unserer Erfahrung vorkommenden Flächen völlig verschwinden, möchte ich vorläufig dahingestellt sein lassen. Ich habe bis jetzt keine Fläche angetroffen, die beim normalen Betasten nicht ein wenn auch nur minimales Geräusch aus kurzer Entfernung hätte hören lassen, bei der also — physikalisch gesprochen — nicht Schwingungen entstanden wären. Das allein ist natürlich nicht entscheidend, denn eine andere Frage ist es, ob die entsprechenden sehr schwachen Schwingungen die Sinnesorgane noch zu erregen vermögen. Bei sehr glatten Flächen sagt die Selbstbeobachtung nichts von Vibrationsempfindungen, aber es wäre nicht zulässig, sich hier allzu gläubig auf die für diese Empfindungen so wenig geschulte Selbstbeobachtung zu verlassen. Es ist denkbar, dafs die Vibrationsempfindungen bei sehr glatten Flächen vollständig ausbleiben, so wie sie ja auch in den oben (S. 113f.) beschriebenen Versuchen fehlen, und dafs eben dieses Fehlen bei sonst erhaltenem Berührungseindruck die glattesten Oberflächen charakterisiert. Bei rauheren Flächen ist es auch dem psychologisch Ungeübten ein Leichtes, die eintretenden Vibrationsempfindungen zu konstatieren. Fährt man mit dem Nagelrand über eine sehr

[1] Man stellt bei dieser Gelegenheit fest, wie mächtig das Reich der Geräusche ist.

rauhe Fläche, so werden die Vibrationen nicht nur in der Gegend des Nagels, sondern in der ganzen Hand gespürt, ja bisweilen sogar auch noch im Unterarm. Diese letztere Beobachtung zeigt, wie grofs die Resonanzfähigkeit bestimmter Teile des menschlichen Körpers für die hier ausgelösten Vibrationen ist, worauf schon früher hingewiesen worden ist.

Was kann die hier aufgestellte Hypothese [1] leisten, nach der die Vibrationsempfindungen an der Beurteilung von Rauhigkeitsgraden wesentlich beteiligt sind? Es ist bereits früher ausführlich gezeigt worden, dafs die kleinsten Niveaudifferenzen, die in unseren Versuchen mit den Papieren auftreten, zu klein sind, um von dem Drucksinn als solche erkannt zu werden; wir behaupten, dafs sie durch die beim reibenden Tasten entstehenden Vibrationsempfindungen erfafst werden. Noch deutlicher ist die Wirksamkeit der Vibrationsempfindungen, wenn die Papiere ohne namhafte Beeinträchtigung der Leistung durch Collodium und Leukoplast hindurch, also bei enorm gestiegener Druckschwelle, oder gar mit Hilfe eines Stabes auf Distanz unterschieden werden. Es mag hier noch einmal an das oben festgestellte Resultat erinnert werden, dafs die meisten zwischen den Papieren bestehenden Unterschiede auch dann erkannt werden, wenn sie nicht mehr in der gewöhnlichen Art mit der Volarseite der Endglieder der Finger, sondern mit ihrer Dorsalseite, also mit dem Nagel getastet werden. Von einer bildhaften Übertragung der Gestalt der Papieroberflächen auf die unter dem Collodium oder Leukoplast liegende Haut, auf die den Stab haltenden Fingerballen oder von einer entsprechenden Deformation des starren Nagels und ihrer Übertragung auf die unter ihm liegenden Organe des

---

[1] Eine Stütze unserer Hypothese liefern auch gelegentliche spontane Äufserungen von Personen, die zur Erläuterung vibratorischer und akustischer Eindrücke auf taktile verweisen. So sagt ein Gehörloser beim Anschlagen eines Beckens: Es ist mir, als ob ich Seide anfühle (Eschke a. a. O. S. 43). — In einer Untersuchung von E. M. Edmonds und M. E. Smith wird von einem Beobachter die Oktave als „glatt wie poliertes Glas", die grofse Septime als „rauh wie feines Sandpapier" bezeichnet. The phenomenological description of musical intervals. *The American Journal of Psychol.* **34**, 1923. — Bürklen hat (a. a. O. S. 79) eine Zusammenstellung derjenigen Gehörs- und Tasteindrücke gegeben, die dem Blinden verwandt erscheinen.

Drucksinnes kann natürlich keine Rede sein. Nach unserer Hypothese ist der Ausfall dieser Versuche unschwer zu verstehen. Es entstehen eben beim Reiben des Collodiums oder Leukoplasts, des Stabes und des Nagelrandes auf den Papieren Vibrationen, diese pflanzen sich durch jene Zwischenmedien fort und erregen die in der Haut liegenden Sinnesorgane. Die Beteiligung der Vibrationsempfindungen am Zustandekommen wohlcharakterisierter Oberflächeneindrücke erklärt manche Eigentümlichkeit der in den §§ 18—26 dargestellten Versuche. Es wurde gezeigt, dafs die Unterscheidbarkeit der verwandten Papiere durch Einschiebung von Zwischenmedien (Collodium, Leukoplast, Holzstab) wenig leidet, dafs sich aber alle Papiere beim Betasten mit Zwischenmedien völlig anders als mit blofsem Tastfinger anfühlen, dafs darum Vergleiche von Papieren mit und ohne Zwischenmedien sehr schwer anzustellen sind und durchweg ein schlechtes Resultat ergeben.[1] Ein derartiges Resultat läfst unsere Hypothese fast voraussagen. Aus physikalischen Gründen entstehen ganz andere Schwingungen, wenn anstatt der blofsen Haut die mit Collodium oder Leukoplast bedeckte oder wenn der Holzstab über die Papiere streicht — das kontrollierende Ohr kann das ohne weiteres bestätigen — infolgedessen stellen sich ganz andere Vibrationsempfindungen und damit auch andere Oberflächeneindrücke ein. Die Unterscheidbarkeit der Papiere untereinander braucht darunter so lange nicht zu leiden, als die mit Zwischenmedien entstehenden Vibrationen zwar nicht gleich, aber doch gleich unterscheidbar bleiben wie die bei Anwendung der blofsen Finger auftretenden. Die Vergleichbarkeit von Papieren, die mit und ohne Zwischenmedien getastet werden, mufs aber sehr erschwert werden. Wie weit die bei den Versuchen beobachtete kleine Abnahme der Unterscheidbarkeit von Oberflächen bei Anwendung von Zwischenmedien (Collodium, Leukoplast, Holz) darauf zurückzuführen ist, dafs die Vibrationen an der Reibungsstelle etwas weniger different werden, und wie weit darauf, dafs die Zwischenmedien bei der Über-

[1] Es verdient in diesem Zusammenhang Erwähnung, dafs ein Finger, der infolge einwirkender Kälte oder aus anderen Gründen tastunempfindlich geworden ist, im Deutschen als taub, im Russischen als stumm (njem) bezeichnet wird.

tragung der Schwingungen auf die Sinnesorgane dämpfend und damit ausgleichend wirken, ist nicht leicht zu entscheiden; ich halte den zweiten Faktor für bedeutsamer. Verwendet man ein Medium, das die Vibrationen ganz oder nahezu ganz dämpft, (Filz, Tuch) so hört, wie bereits erwähnt wurde, die Unterscheidbarkeit der Tastflächen vollständig auf. Bringt man, wie das in den Versuchen in § 29 geschehen ist, die Tastflächen auf eine Wagschale, die sofort ausweicht, sobald der Druck der tastenden Finger über einen bestimmten niedrigen Wert hinausgeht, so wird die Unterscheidbarkeit der meisten Flächen stark herabgesetzt, obwohl in jedem Fall das Widerstandserlebnis noch da ist. Dieser Versuch erklärt sich in einfacher Weise daraus, dafs bei ihm die physikalischen Bedingungen für den Eintritt einer zur Auslösung der Vibrationen hinreichend grofsen Reibung nicht mehr gegeben sind.

Ermittelt man, mit welcher Sicherheit unsere Papiere oder andere Materialien an anderen Stellen des Körpers als der Finger unterschieden werden, so stellt sich heraus, dafs die Leistungen dabei viel weniger schwanken, als man nach den Verschiedenheiten der Druckschwelle und den stereognostischen Fähigkeiten dieser Stellen erwarten sollte. Wenn sich in § 25 zeigt, dafs die grofse Zehe bei der Unterscheidung der Papiere kaum schlechter abschneidet als der Finger, so beruht das auf der Empfindlichkeit der Zehe für Vibrationen, die eben hinter der des Fingers nicht wesentlich zurücksteht. Wir haben schon oben angedeutet, dafs dieser Befund für eine weitgehende Unabhängigkeit der Empfindungsunterlage von der Erfahrung spricht, das deckt sich aber sehr gut mit der entwickelten Anschauung, dafs Vibrationsempfindungen durch die individuelle Erfahrung relativ wenig beeinflufst werden. Dafs sich das Tasten mit den Zähnen auf Vibrationsempfindungen stützt, ist bereits oben vorweggenommen worden. Es ist hier weiter an die Tatsache zu erinnern, dafs Amputierte mit ihren Oberarmstümpfen Tastmaterialien nicht sehr viel schlechter unterscheiden als mit den Fingern, obgleich die Druckschwelle an den Stümpfen weit höher liegt und ihre stereognostischen Fähigkeiten minimal sind. Die Unterscheidung geschieht vornehmlich auf Grund der Vibrationsempfindungen, die am Stumpf ausgelöst werden; für Vibrationen steht eben der

Stumpf an Empfindlichkeit nicht so sehr hinter den Fingern zurück. Es mag hier noch erwähnt werden, dafs auch die Unterscheidung von Tastmaterialien vermittels der Prothese, soweit sie überhaupt noch möglich ist, nur durch Vibrationen verständlich gemacht werden kann, die sich von der Reibungsstelle der Prothese aus bis zum Stumpf fortpflanzen.

Spielen die Vibrationsempfindungen die Rolle, die wir ihnen hier zuschreiben, so leuchtet auch die grofse Bedeutung ein, welche der Bewegung des Tastorgans relativ zur Tastfläche bei all den erwähnten Versuchen zukommt. Nur bei der reibenden Bewegung entstehen die Schwingungen, welche die zur Unterscheidung nötigen Vibrationsempfindungen auslösen. Die Vermutung, dafs sich der Rauhigkeitscharakter einer Fläche mit der Geschwindigkeit der tastenden Bewegung ändern müsse, wird durch die Versuche des § 23 bestätigt. Wir stellten dort fest, dafs bei extrem langsamen und extrem hohen Geschwindigkeiten der Tastflächen sich ihr Charakter wesentlich ändert, offenbar als Folge der mit der Geschwindigkeitsänderung einhergehenden Änderung der ausgelösten Vibrationen. Es gibt aber einen recht breiten Bezirk von mittleren Geschwindigkeiten, für den sich das Urteil über die Glätte oder Rauhigkeit von Flächen kaum ändert, obgleich die Änderung der Vibrationsempfindungen bei dieser Änderung der Tastgeschwindigkeit offenbar ist. Es ergibt sich hieraus, dafs die Geschwindigkeit der Bewegung, mit der die Vibrationsempfindungen selbst variieren, eine merkwürdig feine Berücksichtigung erfährt. Zum exakten Studium dieser Abhängigkeitserscheinungen eignen sich nach meinen Erfahrungen in besonderem Mafse drahtumwickelte Stäbe, bei denen man die mafsgeblichen Gröfsen planmäfsig verändern kann. Ich habe einen runden Bleistift auf etwa 10 cm Länge mit umsponnenem Kupferdraht von etwa $^1/_4$ mm Dicke umwickelt. Die dabei herauskommenden Höhenunterschiede zwischen je 2 Drahtgängen sind zwar so beträchtlich, dafs sie bei geeignetem Tastverfahren auch dem Raumsinn der Haut ihrer ungefähren Gestalt nach zugänglich sind, führt man aber den Finger mit einiger Geschwindigkeit am Bleistift vorüber, so stellt sich auch für den Vibrationssinn der Eindruck einer gewissen „geordneten“ Rauhigkeit ein. Nimmt man die Geschwindig-

keit sehr klein, etwa gleich 1 cm/sec — das bedeutet, dafs in der Sekunde etwa 40 Windungen an einem Punkt des Fingers vorüberziehen — so glaubt man noch einigermafsen sicher die einzelnen aufeinander folgenden Erhebungen wie etwa die Glieder einer bewegten Perlenkette am Finger zu spüren. Bei Geschwindigkeiten über 1 cm/sec hat man das Erlebnis der geordneten Rauhigkeit. Man kann die Geschwindigkeit auf etwa das 10fache erhöhen, ohne dafs sich das Urteil über den Rauhigkeitseindruck wesentlich ändert, bei noch gröfserer Geschwindigkeit allerdings wird der Eindruck glatter und steigert sich schliefslich zu einer schmerzenden Berührung. Was uns nun hier in erster Linie beschäftigen soll, ist das gleichbleibende Urteil über den Rauhigkeitseindruck bei den mittleren Geschwindigkeiten. Bei der Steigerung der Geschwindigkeit von etwa 1 auf 10 cm/sec steigt die Zahl der die Haut erregenden Einzelwindungen von etwa 40 auf 400. Diese Steigerung wird durch Berücksichtigung der Geschwindigkeit fast ganz kompensiert — um keine Irrtümer aufkommen zu lassen, kompensiert nicht im bewufsten Schlufsverfahren, sondern so und an den Grenzen mit ähnlichen Einschränkungen wie die Beleuchtung bei den Farben, die Entfernung bei der scheinbaren Gröfse berücksichtigt wird. So wie bei drahtumwickelten Stäben als Flächen geordneter Rauhigkeit kann auch bei Flächen ungeordneter Rauhigkeit eine Berücksichtigung der Tastgeschwindigkeit resp. der infolge davon eintretenden Änderung der Vibrationsempfindungen stattfinden. — Die vorstehenden Betrachtungen bedürfen einer Ergänzung nach der Richtung, dafs auch die Änderung, welche die Vibrationsempfindungen infolge veränderter Druckstärke des Tastorgans erfahren, durch eine Berücksichtigung dieser Druckstärke innerhalb gewisser Grenzen kompensiert wird.

Die Verwendung drahtumwickelter Stäbe ist auch für die Untersuchung gewisser Parallelen zwischen akustischen und vibratorischen Eindrücken mehr geeignet als andere Verfahrungsweisen. Wenn man den Finger mit verschiedenen Geschwindigkeiten an der Drahtwicklung vorbeibewegt, so bezeugt das Ohr, dafs hier ganz verschiedene Schwingungszustände erzwungen werden. Je gröfser die Geschwindigkeit,

um so höher steigt der Ton an [1], ändert man die Geschwindigkeit stetig, so entsteht ein glissando, das mit zunehmender Geschwindigkeit steigt, mit abnehmender fällt. [2] Die Entstehung dieses glissando erinnert an das DOPPLERsche Prinzip. Ich lenke nun die Aufmerksamkeit darauf, daſs zwar ein vibratorisches glissando infolge des Umstandes, daſs die es bedingende Bewegungsänderung zum Bewuſstsein kommt und eine Berücksichtigung erfährt, im wesentlichen kompensiert wird, daſs aber bekanntlich ein akustisches glissando, welches nach dem DOPPLERschen Prinzip zustande kommt, eine Kompensierung nicht erfährt, also der Ton der bewegten Tonquelle nicht als Ton konstanter Höhe aufgefaſst wird. Die Abhängigkeitsbeziehungen zwischen den akustischen Änderungen und den Änderungen der Geschwindigkeit der Tonquelle werden eben nicht, vermutlich infolge mangelnder Erfahrung, in der für eine Kompensation erforderlichen Weise erfaſst. [3] Wir sind hier bis zu einem Punkt vorgestoſsen, wo die Parallele zwischen Gehörssinn und Vibrationssinn nicht mehr besteht. Der Vibrationssinn erweist sich als der elastischere, dem Reizmaterial besser angepaſste Sinn.

---

[1] Wenn man über den Stab immer wieder mit derselben Geschwindigkeit fährt, so herrscht der Eindruck des Geräusches vor, streicht man aber über den Stab schnell nacheinander mit wechselnden Geschwindigkeiten, so tritt an jedem einzelnen Geräusch, bedingt durch den nun erfolgenden unwillkürlichen gegenseitigen Vergleich, das Tonartige mehr hervor. Je gröſser die Geschwindigkeit, desto höher der Ton. Unter Verwendung des Fingernagels kann man die Töne besonders deutlich machen. Eingehend hat sich G. RÉVÉSZ (Zur Grundlegung der Tonpsychologie, Leipzig 1923, S. 72 ff.) mit derartigen Tonphänomenen, die an Geräusche gebunden sind, und ihrer Aufklärung beschäftigt.

[2] Das zunehmende (abnehmende) glissando zeigt in der Regel ein crescendo (decrescendo), da man unwillkürlich bei gröſserer (kleinerer) Geschwindigkeit den Druck des Fingers erhöht (abschwächt).

[3] Dieser Satz verlangt vielleicht eine Einschränkung auf Sehende. Manche Blinde scheinen nach TRUSCHELS sorgfältigen Beobachtungen die Änderung der Tonhöhe infolge Bewegung bei der akustischen Orientierung zu berücksichtigen. „Beim Vorbeigehen an einem seitlichen gröſseren Objekt steigt in dem Augenblick, wo man ihm gegenübertritt, das Schrittgeräusch und bleibt dann konstant, bis man den Körper hinter sich gelassen hat, wenn man sich hingegen einem die Gangrichtung kreuzenden Gegenstande nähert, wird der Klang stetig höher." W. STEINBERG, Die Raumwahrnehmung der Blinden, München 1920, S. 38.

Wer Bedenken hat, das soeben aufgewiesene kompensatorische Prinzip bei den Vibrationsempfindungen anzuerkennen, weil es zu kompliziert sei, den verweisen wir darauf, dafs er auch bei anderer Auffassung der zur Diskussion stehenden Tatsachen ohne ein solches Prinzip nicht auskommen kann. Wer Rauhigkeitseindrücke nicht auf Vibrationsempfindungen sondern auf Druckempfindungen oder auf Widerstandsempfindungen beim Gleiten zurückführen möchte, kommt doch nicht um die Notwendigkeit herum, dann für diese Arten von Empfindungen eine weitgehende Berücksichtigung ihrer Änderung mit der Änderung der Geschwindigkeit der Tastbewegungen anzuerkennen, die um nichts weniger rätselhaft ist.

Es liegt mir fern, alle Urteile über Rauhigkeiten auf Vibrationsempfindungen zurückzuführen. Ich nehme sie nur für die dem Raumsinn der Haut nicht mehr zugänglichen Rauhigkeitsgrade in Anspruch sowie für die Fälle, wo Hautdeformationen infolge der Anwesenheit von Zwischenmedien ausgeschlossen sind. Überschreiten die Niveaudifferenzen der Oberflächen eine gewisse Grenze, so werden sie auch dem (bewegten und schliefslich auch unbewegten) Drucksinnesorgan erkennbar. Wo diese Grenze liegt, läfst sich nicht ganz sicher angeben, doch ist sie bei groben Geweben bereits deutlich überschritten. Wenn die tastende Hand neben dem allgemeinen Rauhigkeits- resp. Glattheitscharakter eines Webstoffs noch die Webart erkennt, so liegt hier eine Verschmelzung von Leistungen des Vibrationssinnes und des Drucksinns vor. Nach meinen Erfahrungen haben auch Vibrationsempfindungen geringen Anteil an den Eindrücken, die beim Tasten von Materialien mit leicht verschiebbaren Teilchen (Sand, Mehl, Zucker . . .) entstehen. Die physikalischen Bedingungen sind dem Entstehen von Vibrationen nicht günstig, die Teilchen wirken mehr auf den Drucksinn.

Beim Arbeiten mit drahtumwickelten Stäben erweist es sich für den Eindruck der Rauhigkeit als ziemlich bedeutungslos, ob der Stab über einen sehr kleinen oder einen grofsen Teil eines Fingers oder ob er über nur einen oder über mehrere Finger gleichzeitig hinwegbewegt wird. Das ist theoretisch unschwer zu verstehen, da es nur auf die Qualität

der Vibrationsempfindung ankommt, die ihrerseits ja aber bestimmt wird durch die Gröſse der Reibung zwischen Tastorgan und Tastfläche. Man könnte sich denken, daſs der Rauhigkeitseindruck schon prinzipiell durch den Vibrationszustand eines Sinneselements bestimmt würde, schwer vorstellbar wäre es aber, wie es der Raumsinn eines Tastpunktes anstellen soll, uns ein zutreffendes Bild von der Rauhigkeit einer Tastfläche zu verschaffen. Ich sehe in dem zuletzt aufgewiesenen Sachverhalt eine Erklärung für den einheitlichen Eindruck, den man von der Rauhigkeit einer Fläche beim Betasten mit 5 Fingern erhält, eine Erklärung auch für die Feststellung, daſs eine sehr weitgehende Verkleinerung der Tastflächen ihre Unterscheidbarkeit in nur sehr geringem Grade beeinträchtigt (§ 20).

Wir haben oben die Unterscheidung der statisch-passiven und der kinematisch-aktiven sinnlichen Kundgabe eingeführt. Die taktilen Eigenschaften der Körper rauh und glatt enthüllen sich uns dynamisch-aktiv.[1] Rauhigkeit ist keine Qualität der Vibrationsempfindung. Wir können nur sagen, daſs eine Vibrationsempfindung zur Feststellung der Eigenschaft „rauh" an einem Körper führen kann. Die Vibrationsempfindung liefert gewissermaſsen ein Rohmaterial, welches entweder — wie im § 43 ausgeführt — zur Beurteilung eines Zustandes oder — wie dieser Paragraph zeigt — zur Beurteilung einer Körpereigenschaft führt. Auf das „Wie" des letzteren Vorgangs sei noch kurz eingegangen. Vibrationsempfindungen vermitteln uns als solche n i e m a l s den Eindruck einer — wenn auch noch so kleinen — Tastfläche. Damit eine Vibrationsempfindung auf eine Tastfläche bezogen werden kann, muſs es auf andere Weise zur Konstituierung der Tastfläche gekommen sein. Nach der herrschenden Auffassung schafft der Raumsinn der Haut unter hauptsächlicher Beteiligung des Drucksinns die Flächengebilde. Diese Auffassung ist kaum zu

[1] Wir sagen „der Stoff ist rauh" (statisch), können aber auch sagen „der Stoff rauht" (kinematisch). Auch bei den Farben gibt es neben der gewöhnlichen statischen Form des Ausdrucks „die Wiese ist grün, der Himmel ist blau" noch die poetische kinematische „die Wiese grünt, der Himmel blaut". Bezeichnenderweise können wir aber beim Gehörssinn nur die kinematische Ausdrucksform „tönen" anwenden.

halten, sie bedarf einer Korrektur im Sinne der Ausführungen des § 46, die den Anteil des Optischen an den räumlichen Tastgebilden zeigen werden. Ob man aber die ältere Anschauung oder ihre korrigierte Form vertritt, die Tastfläche baut sich jedenfalls auf Sinnen statisch-passiver Natur auf, und erst diese Tastfläche stattet die dynamische Vibrationsempfindung mit den von uns eingehend behandelten Eigenschaften aus. Die Struktur dieses Vorgangs ist recht merkwürdig.

Wenn wir bei der auf S. 207 beschriebenen Anordnung zwischen Holzstab und Scheibe Papiere verschiedener Rauhigkeit anbringen, so äufsert sich das in einer entsprechenden Verschiedenheit der ableitbaren Vibrationsempfindungen. Da hier aber ein „Tasten auf der Stelle“ erfolgt, werden die Vibrationen nur als Zuständlichkeiten aufgefafst, nicht auf Eigenschaften von Gegenständen bezogen. Es liegt nahe, gewissermafsen durch eine Umkehrung dieses Versuchs den Eindruck rauher Flächen synthetisch zu erzeugen, wo in Wirklichkeit glatte Flächen gegeben sind. Die Ausführung dieses Plans gelingt innerhalb gewisser Grenzen. Eine festgeklemmte Glasplatte wird in geeigneter Weise in Vibration gebracht. Führe ich den unbewaffneten Finger über sie hinweg, so ist mir die vibrierende glatte Fläche des Glases gegeben, betaste ich das Glas aber mit einem Stäbchen, so tritt recht deutlich die Illusion einer rauhen Fläche ein. Das Zwischenmedium wird benötigt, um die illusionstörende Wirkung des Tasteindrucks des auf dem Glas ruhenden Fingers zu beseitigen. Die Versuche über diese Fragen sind noch im Fortgang.

Anhang. Die Erkennung von Eigenschaften der Körper auf akustischem Wege.

Es ist die Regel, dafs Geräusche als Hinweise auf Vorgänge in unserer Umgebung dienen, aber hier und da kommt es doch auch vor, dafs aus Geräuschen auf Eigenschaften von Körpern geschlossen wird. Der Sehende kann sich meist durch einen kurzen Blick über die Eigenschaften von Körpern unterrichten, auf die er akustisch aufmerksam geworden ist. Anders beim Blinden, der den akustischen Eindrücken sehr

viel mehr in dieser Hinsicht entnimmt. „Wirft man verschiedenartige Platten auf einen Tisch, so kann ein Blinder bestimmen, nicht blofs welche Form sie haben, sondern auch, aus welchem Metall oder welcher Holzart sie bestehen“.[1] Der oben angeführte Blinde Cohn gibt an (a. a. O. S. 76), dafs die akustischen Eindrücke für den Blinden sehr aufschlufsreich bei der Erkennung von Körpereigenschaften seien, er erkenne mit ihrer Hilfe auf der Strafse Paketpostwagen, Möbelwagen, Leiterwagen und Taxameter. Der Sehende kann, wenn er will, diesen Dingen eine höhere Beachtung schenken und es dann auch weit darin bringen. Ich erinnere daran, wie Spezialisten dem Klang eines Materials, mit dem sie immer zu tun haben, seine Eigenschaften entnehmen, wie Aufseher bei laufenden Maschinen aus der Änderung des Geräusches erkennen, dafs sich und wo sich an der Maschine etwas geändert hat. Es sind Geräusche, nicht Töne im musikalischen Sinn, die sich in diesen und anderen Fällen als praktisch bedeutsam erweisen. Der Ton erscheint als ein Luxus, das biologisch Bedeutsamere ist das Geräusch. Der Vibrationssinn, der noch keine Luxusphänomene aufweist (wenn wir einmal von so singulären Fällen wie dem Sutermeisters absehen), zeigt uns das nüchterne Entwicklungsstadium eines Sinnes, wo noch alles auf das praktisch Verwertbare angelegt war, ein Stadium, welches der Gehörssinn auch einmal durchlaufen haben dürfte. So verhilft uns hier der Vergleich von Gehörssinn und Vibrationssinn dazu, den Gehörssinn von einer nicht immer genügend beachteten Seite aus zu sehen.[2]

---

[1] Fr. Hitschmann, Über Begründung einer Blindenpsychologie durch einen Blinden. *Zeitschr. f. Psychol.* 3, 1902, S. 391. — Auf die Verwendung akustischer Eindrücke durch den Blinden, die beim Kratzen mit dem Fingernagel entstehen, hat auch F. Zech aufmerksam gemacht. Blindenschule 1919.

[2] L. Bard scheint eine Auffassung des Gehörssinns zu vertreten, die der hier vorgetragenen ähnlich ist. „Die Grundlage der Hörwahrnehmung ist nicht die Wahrnehmung der Tonbeschaffenheit, sondern genau wie beim Gesichtssinn die Erkennung der Formen und Eigenschaften der äufseren Objekte. Die Empfindungsbilder besitzen physikalische Elemente, die den Wahrnehmungen objektive Grundlagen liefern. Während der Gesichtssinn die äufseren Formen erkennen läfst, vermittelt der Hörsinn die tiefen Eigenschaften (der Wandungen, Hohl-

Kapitel II.

Über den Anteil optischer und kinästhetischer Vorgänge am Aufbau der Tastformen.

§ 46. Der Einfluſs optischer Vorstellungen.

1. Beobachtungen an Sehenden. Wenn wir im § 4 Gesichtswahrnehmung und Tastwahrnehmung nach ihrer allgemeinen Struktur und weiterhin an vielen anderen Stellen unter Hervorhebung dieser oder jener Teileigenschaft gegenübergestellt haben, so geschah das vornehmlich aus einem heuristischen Motiv. Vom Optischen als dem besser Bekannten ausgehend durften wir hoffen, leichter die neuen entsprechenden — oder auch kennzeichnenden abweichenden — Sachverhalte im Tastsinn aufzuspüren. Eine bereits oben (S. 139) berührte Fragestellung läſst uns hier noch einmal zu jenem Thema zurückkehren; es geht nunmehr um die wechselseitigen Beziehungen zwischen Tastsinn und Gesichtssinn, um die Verflechtungen, die sie eingehen. Ganz besonders bemühen wir uns darum, den Anteil zu ermitteln, den die optischen Vorgänge an der Konstituierung der Tastformen haben. Welche der von uns aufgezeigten Tastgebilde enthalten einen optischen Einschlag, welche können ihn entbehren und sind damit als autochthon taktil zu kennzeichnen, d. h. wurzeln nach Sinn und Gestalt im Taktilen?

Seitdem John Locke das Molineux-Problem (kann ein sehend gemachter Blindgeborener, der Würfel und Kugel durch Betasten zu unterscheiden gelernt hat, ohne weiteres die beiden Körper auch durch den Gesichtssinn unterscheiden?) in seiner Abhandlung über den menschlichen Verstand zur Diskussion gestellt hat, haben sich viele mit den durch dieses Problem angeregten Fragen nach dem Verhältnis zwischen Gesichts- und Tastsinn beschäftigt. Die Antwort, welche die Ophthalmologen durch gelungene Operationen an Blindgeborenen auf die im Gedankenexperiment Molineux' gestellte Frage gaben, darf, trotz ihrer Mehrdeutigkeit in mehr als einem Punkt, als

---

räume, Inhalte der Körper)." *Arch. internat. de laryngol., oto-rhinol.* **1**, 1922. Obiges Zitat entstammt einem Referat aus dem *Zentralbl. f. d. ges. Neurol. u. Psychiatrie* **32**, S. 340.

eine grundsätzliche Bestätigung der von Locke gemutmafsten Lösung im Sinne einer äufserlichen assoziativen Verknüpfung der qualitativ durchaus andersartigen visuellen und taktilen Eindrücke betrachtet werden. Nicht eindeutig war die Auskunft, welche man von dieser Seite in dem Streit zwischen optischem Empirismus und Nativismus erhielt, aber diese Streitfrage schaltet hier auch vollständig aus, wo nur den Wechselbeziehungen zwischen den beiden Sinnen nachzugehen ist. W. Steinberg hat in eingehenden Untersuchungen bezüglich der Frage nach der Beziehung der abgeschlossenen taktilen und visuellen Erlebnisse verständlich zu machen gesucht, „warum die phänomenalen Raumdinge innerhalb des engeren und weiteren Tastraumes auch bei Blindgeborenen durch das Auge gegebenen in dem Sinne gleichen, dafs beide Gruppen die Gliederung des Reizes zu adäquatem Ausdruck bringen".[1] Hat er mit seinen Ausführungen Recht, so ist es fast eine Selbstverständlichkeit, dafs visuelle Interpretationen von Tasteindrücken vorkommen wie dafs taktile Residuen manchen Gesichtseindrücken Auslegung und Bedeutung geben. Goldstein und Gelb haben (a. a. O., S. 3) als Zeugen für die Beeinflussung der taktilen Leistungen durch die Güte der Gesichtsvorstellungen Parish, Pillsbury, Washburn, Henri, Judd und Churchill angeführt. Wir wollen die Reihe um die Namen von Bonaventura[2], Fitt[3], v. Frey[4], Jaensch[5], Rupp[6], Spearman[7], Ziehen[8] und Gellhorn[9] vermehren, ohne allerdings

[1] W. Steinberg, a. a. O. S. 144.

[2] E. Bonaventura, Gesichts- und Tastsinn in der Raumwahrnehmung. *Riv. di psicol.* 17, 1921.

[3] A. B. Fitt, Gröfsenauffassung durch das Auge und den ruhenden Tastsinn. *Arch. f. d. ges. Psychol.* 32, 1914.

[4] In vielen der von ihm zitierten Schriften.

[5] E. R. Jaensch, Über Täuschungen des Tastsinns. *Zeitschr. f. Psychol.* 41, 1906.

[6] H. Rupp, Über Lokalisation von Druckreizen der Hände bei verschiedenen Lagen der letzteren. *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.* 41, 1907.

[7] C. Spearman, Die Normaltäuschungen in der Lagewahrnehmung. *Psychol. Stud.* 1, 1906.

[8] Th. Ziehen, Über die Abhängigkeit der scheinbaren Gröfse taktiler Empfindungen von der Entfernung und der optischen Einstellung. *Zeitschr. f. Sinnesphysiol.* 50, 1916.

[9] E. Gellhorn, Untersuchungen zur Physiologie der räumlichen

damit den Anspruch auf Vollständigkeit der Liste der Autoren erheben zu können, die sich mit der Untersuchung dieser Frage als ihrer Hauptaufgabe oder nebenher beschäftigt haben. Einen besonders hohen Rang nehmen die hierher gehörigen Feststellungen W. AHLMANNS[1] darum ein, weil sie von einem psychologisch vorzüglich geschulten Erblindeten herrühren. Die Erfahrung des täglichen Lebens scheint zu zeigen, daſs die optischen Vorstellungen leichter durch taktile Eindrücke geweckt werden als umgekehrt, die experimentelle Statistik bestätigt es.[2] Die Mitwirkung reproduzierter taktiler Vorstellungen bei der Darbietung von Bildern hat MARTIN nachgewiesen.[3] Mit der Schätzung taktiler Gröſsen hat sich schon WEBER beschäftigt. „Wir benutzen (als Sehende) nicht den Maſsstab, der uns im Tastsinn gegeben ist, für die Beurteilung von Strecken, sondern den, der uns im Auge gegeben ist und suchen auch das, was uns im Tastsinn gegeben ist, auf den Maſsstab des Gesichtssinnes zu reduzieren" (a. a. O., S. 71). Dort, wo die wechselseitige Reproduktion taktiler und visueller Elemente zu besonders auffälligem Widerstreit, z. B. bezüglich der Gröſsenschätzung von Raumformen führt, neigt man dazu, von Sinnestäuschungen zu sprechen.[4] Zu welch grotesker

---

Tastempfindungen unter Berücksichtigung der Beziehungen des Tastraums zum Sehraum. *Pflügers Archiv* **189**, 1921.

[1] W. AHLMANN, Zur Analysis des optischen Vorstellungslebens. *Arch. f. d. ges. Psychol.* **46**, 1924.

[2] A. SOPHIE ROGERS, Auditory and tactual perceptions: the role of the image. *Amer. Journ. of Psychol.* **34**, 1923. — A. J. CUBBERLEY hat in Experimenten über den Traum gezeigt, wie leicht eine taktile Erregung (Reizung einer Stelle der Haut durch heftpflasterartige Medien) im Traum eine charakterische optische Situation herbeizuführen vermag. The effects of tensions of the body surface upon the normal dream. *The Brit. Journ. of Psychol.* **13**, 1923.

[3] LILLIEN J. MARTIN, Über ästhetische Synästhesie. *Zeitschr. f. Psychol.* **53**, 1909. Es darf kurz an die zahllosen Untersuchungen erinnert werden, die der Bedeutung des taktilen Faktors beim Genuſs plastischer Kunstwerke gewidmet sind. „Sehe mit fühlendem Aug', fühle mit sehender Hand" (Goethe, Römische Elegien).

[4] O. KLEMM, Sinnestäuschungen, Leipzig 1919. KLEMM erwähnt in seiner Zusammenstellung nicht die — überhaupt wenig bekannte — Täuschung, daſs dann, wenn man unter einer stark vergröſsernden Lupe mit einem Messer in weiches Holz schneidet, infolge der optischen Ver-

Überschätzung taktiler Gröſsen es dabei infolge mangelnder spezieller Erfahrung kommen kann, davon legen die oben (S. 81) angeführten Aussagen der Vp. Kretzer Zeugnis ab. Es liegt nicht in meiner Absicht, aus den eigenen Versuchserfahrungen neue Belege für bereits bekannte, vielerorts ermittelte Gesetzmäſsigkeiten zu liefern, die das Verhältnis des Optischen zum Taktilen angehen. Wir wenden uns vielmehr nach diesen einleitenden allgemeinen Betrachtungen der eingangs dieses Paragraphen gekennzeichneten Problemstellung zu.

2. Beobachtungen an Blinden und Gehirnverletzten. Mit Sehenden läſst sich die aufgeworfene Frage nicht entscheiden, denn wie sollte es bei diesen zu einer radikalen Ausschaltung aller optischen Residuen kommen. Aber vielleicht mit Blindgeborenen. Es standen mir zwei Beobachter zur Verfügung, die nach ihren eigenen glaubwürdigen Angaben blind geboren waren. Es handelte sich um zwei Brüder J., von denen der eine einfacher Musiker, der andere ein tüchtiger Organist ist, beide von mittlerer Intelligenz, aber von sehr geringer Fähigkeit zu psychologischer Beobachtung. Ich wiederholte mit ihnen zunächst den Grundversuch. Es zeigte sich, daſs sie die Unterschiede der Rauhigkeit resp. Glätte erkannten, wenn auch nicht ganz mit der Sicherheit wie unsere geschulten Versuchspersonen. Durchaus sinnvoll werden auch absolute Urteile über Glätte und Rauhigkeit der Papiere abgegeben. Also hat auch der Blindgeborene die Vorstellungen Glätte und Rauhigkeit, also wurzeln diese Vorstellungen ausschlieſslich im Taktilen? Wir werden gut tun, die Antwort auf diese Frage bis zur Kenntnisnahme der folgenden Ausführungen zurückzustellen. (Nebenbei sei noch das als ein Ergebnis des Grundversuchs sowie aller weiteren Versuche mit den Blinden mitgeteilt, daſs hierbei der von uns so stark betonte Satz von der Entfaltung der vollen Leistung des Tastsinns ausschlieſslich in der Bewegung dadurch eine Bestätigung zu erfahren scheint, daſs es den beiden Blinden kaum möglich war, ihre tastgierigen Finger in den Protokollpausen gegenüber dem Tastmaterial ruhen zu lassen.)

---

gröſserung der Eindruck entsteht, man schneide tief in eine weiche Masse, wie etwa in Kork.

In einer zweiten Versuchsreihe wurden den Blinden die Tastmaterialien des § 29 vorgelegt. Resultat: im wesentlichen dieselbe — eher eine etwas schwächere — Tastleistung wie bei Sehenden. Soweit sich die Erkennung dieser Materialien auf Temperatureindrücke stützt, wie es oben ausgeführt wurde, kann die Leistung nicht überraschen, sie war, normalen Temperatursinn der Blinden vorausgesetzt, zu erwarten. Aber die abgegebenen sinnvollen Urteile über Härte und Weichheit sind nicht auf den Temperatursinn zurückzuführen. Die Vorstellungen des Elastischen, vermittelt durch Gummiband oder Stahlfeder, scheinen auch im Besitz der Blinden zu sein.

Bei der Deutung der Versuche werden wir uns des von Goldstein und Gelb (a. a. O., S. 4) aufgestellten Satzes zu erinnern haben, dafs man bei einem Schlufs aus einer effektiven Leistung eines Blinden auf die zugrunde liegenden psychischen Vorgänge sehr vorsichtig sein müsse. Den Begriff der Leistung, den die beiden Autoren auf ein Tun wie das Modellieren der Blinden beziehen, dürfen wir hier wohl sinngemäfs erweitern auf die Urteilsabgabe, denn das Urteil würde ja den Blinden bei einem nötig werdenden Tun bestimmen. Hiernach wäre es also nicht erlaubt, ohne weiteres aus den ähnlichen Leistungen der Blinden zu schliefsen, dafs ihnen Glätte, Rauhigkeit usw. in derselben Weise wie Sehenden gegeben sind. Was ergibt sich für diese Frage bei einer Berücksichtigung von Aussagen des Patienten von Goldstein und Gelb mit völligem Verlust der Gesichtsvorstellungen, die sich in den Protokollen dieser Autoren finden über die Beschaffenheit von Oberflächen? Die Druckempfindungen dieses Gehirnverletzten waren im wesentlichen intakt bis auf eine allgemeine Herabsetzung. Was konnte nun der Patient noch leisten, was nicht mehr? Bei geschlossenen Augen war auch die gröbste Lokalisation von Berührungen nicht mehr möglich, das stereognostische Vermögen war restlos getilgt, selbst Raumschwellen liefsen sich nicht mehr gewinnen, da die Zweiheit von Berührungen nicht mehr erkannt wurde, mochte die Distanz des Tasterzirkels noch so grofs gewählt werden. Nach den Angaben der beiden Autoren erkannte der Patient aber bei bewegtem Tastorgan Samt, Schwamm, Gummi, Metall und Watte als solche, bezeichnete Zellstoff nicht ganz falsch als Stoff, Leder oder Papier,

brachte die Bezeichnungen rauh und glatt, hart und weich offenbar richtig zur Anwendung, konnte auch angeben, was biegsam war. Was heifst das anders, als dafs auch bei völligem Verlust der optischen Vorstellungen Aussagen über die Gestaltung von Oberflächen mit ihren Spezifikationen und Modifikationen erhalten bleiben? Die hier behandelten Tasterlebnisse bedürfen also des Visuellen zu ihrem Aufbau nicht, sie sind taktil durchaus selbständig und damit auch dem Blindgeborenen zugänglich. GOLDSTEIN und GELB (a. a. O., S. 72) haben den Satz aufgestellt, „dafs die taktilen Eindrücke eines Gesunden durch die normalerweise gleichzeitig gegebenen optischen Inhalte qualitativ anders nüanciert sein müssen“ als bei ihrem Patienten. So zweifeln wir gar nicht daran, dafs die reich zufliefsenden optischen Vorstellungen und die geweckten optischen Residuen beim Sehenden die Tasteindrücke in einer Weise modifizieren, dafs sie sich phänomenal ganz wesentlich von den entsprechenden der Blindgeborenen oder des Patienten von GOLDSTEIN und GELB unterscheiden. Aber wie weit auch die Abweichungen gehen mögen, alles Visuelle hat dabei nur sekundäre Bedeutung. Wenn wir einer Oberfläche Rauhigkeit und Glätte, Härte und Weichheit, einem Körper Sprödigkeit und Elastizität glauben ansehen zu können, so sind es letzthin Erfahrungen des Tastsinnes, die es dahin haben kommen lassen in ihm finden die visuellen Anweisungen schliefslich ihre Einlösung.[1] Ein Wesen, welches nur über den Gesichtssinn verfügte, würde also nach unserer Auffassung nicht zur Bildung der hier behandelten Vorstellungen gelangen, sondern müfste sich damit begnügen, festzustellen, dafs es glänzende und stumpfe, spiegelnde und nicht-spiegelnde usw. Oberflächen gibt.[2]

---

[1] „Nicht nur ist in der Gestalt und Form der Dinge, die wir sehen, sehr viel enthalten, was nur der Mitwirkung des Tastsinns zu danken ist, wir sehen auch jetzt viele Eigenschaften, die anfänglich und eigentlich nur durch den Tastsinn wahrgenommen werden, und erst, seitdem sie durch ihn bekannt sind: das Spröde und Nachgiebige, das Kompakte und Schwere eines Materials u. dgl. m.“ HAAS, Die psychische Dingwelt, Bonn 1921, S. 64.

[2] Erfahrungen an sog. Rumpfmenschen, d. h. an Menschen, die ohne Arme und Beine geboren sind, dürfen hier natürlich nicht herangezogen werden, denn sie ermangeln ja nicht des Tastsinns am übrigen

Nach Goldstein und Gelb kommen den durch den Tastsinn vermittelten Qualitäten räumliche Eigenschaften an sich nicht zu (a. a. O., S. 73). Mit besonderer Entschiedenheit hat J. Wittmann auf Grund von Versuchen, die er an Ahlmann angestellt hat, dieser Auffassung zugestimmt, auch die Bewegung wirke nicht raumschaffend. Er meint, daſs „die eigene Bewegung dem Erblindeten ... nicht perzeptiv oder gar bildhaft als eine räumliche Lageveränderung, sondern nur dynamisch als eine vage Folge von wechselnden qualitativen Eindrücken (Gelenk-, Muskel-, Spannungs-, Tast-, Widerstands-, Wärme- und Kälteempfindungen usw.) gegeben sei". „Es entsteht also auch aus den Bewegungen für den Nichtsehenden das nicht, was man einen qualitativ bestimmt gearteten Tastraum nennen könnte".[1] Der Blindgeborene kann demnach nie in den Besitz einer Oberflächentastung im strengen Sinne des Wortes kommen — wir haben es mit Absicht vermieden, vorstehend diesen Terminus zu gebrauchen — ihm entwickeln sich die Eigenschaften der Oberflächenstruktur nur in einer historischen Reihe. Mit unserer Theorie von der Beteiligung der Vibrationsempfindungen an den hier behandelten Tastphänomenen harmoniert vorzüglich die Auffassung Ahlmanns und Wittmanns von dem „historischen" Aufbau der Tastwelt der Blindgeborenen. Wir haben ja mit Entschiedenheit auf die besondere zeitliche Erscheinungsform der Vibrationsempfindungen hingewiesen, welche die in der Zeit beharrenden optisch gegebenen Eigenschaften der Oberflächenstruktur umsetzen in eine sich historisch entwickelnde Reihe. Goldstein und Gelb haben die Frage unentschieden gelassen, ob die Eindrücke hart und weich nur durch besondere taktile Qualitäten oder durch optische Vorstellungen von der räumlichen Deformation der Haut mitbedingt sind. Ich möchte glauben, daſs die taktilen und kinästhetischen Qualitäten mit ihrer besonderen zeitlichen Gliederung diese Eindrücke bedingen und daſs dasselbe gilt für den Eindruck des Elastischen. Gewiſs, ihnen sind die von visuellen Elementen durchsetzten entsprechenden

Leib. Über Rumpfmenschen kann man nachlesen bei G. Hirth, Energetische Epigenesis, München u. Leipzig 1898.

[1] J. Wittmann, Über Raum, Zeit und Wirklichkeit. *Arch. f. d. ges. Psychol.* 47, 1924, S. 436 f.

Eindrücke des Sehenden nicht phänomenal gleich, aber ihren Sinn und Wesenskern bestimmt das Taktil-Kinästhetische.

Dem Patienten von GOLDSTEIN und GELB fehlte vollständig der Eindruck der Bewegung. Wenn nun bei ihm die Oberflächenstruktur wie beim Sehenden durch die objektive Bewegung der Tastorgane zum Sprechen gebracht wird, die Bewegung als solche aber nicht wahrgenommen werden kann — beim Sehenden wird sie für gewöhnlich nicht beachtet, oder braucht nicht Beachtung zu finden — so darf ich darin wohl eine Bestätigung meiner These sehen von der Bedeutung der objektiven Bewegung als eines rein kausalen Faktors der Genese von Eindrücken wie rauh und glatt, die uns Oberflächen liefern.

Wie steht es mit den sonst in den §§ 5—8 von mir unterschiedenen Erscheinungsweisen der Tasteindrücke, werden auch sie von unseren beiden Blinden unterschieden? Nach ihren wenn auch nicht sehr klaren Äufserungen scheint das der Fall zu sein. Würden wir mit STEINBERG den Grundgedanken HELLERS annehmen, „dafs für die adäquate Erfassung von Raumformen den Tastbewegungen die entscheidende Bedeutung zukommt, deren phänomenale Korrelate aber nur dann in eine rein extensive Ordnung übergehen, wenn sie in Beziehung zu Raumvorstellungen gesetzt werden, wie sie allein das simultane Tasten gibt“, eine Auffassung, die bis auf die Veröffentlichungen von GOLDSTEIN und GELB durchaus vorherrschend war, so brauchte man kein Bedenken zu tragen, die Möglichkeit eines Zustandekommens der genannten Erscheinungsweisen auf rein taktilem Weg anzuerkennen. Aber wir stellen uns hier auf den Boden der Anschauung von GOLDSTEIN und GELB, und so müssen wir uns beim Aufbau dieser Erscheinungsweisen alles spezifisch Räumliche auf dem Weg über den Gesichtssinn hineingetragen denken. Das gilt dann natürlich auch für die Gestaltung thermischer Eindrücke. Aber — so wird man angesichts dieses Resultats fragen — darf man dann noch in dem von uns für richtig gehaltenen Sinn von den Erscheinungsweisen der Tasteindrücke sprechen und sie in Parallele zu den Erscheinungsweisen der Farben stellen? WITTMANN verneint diese Frage (a. a. O. S. 436), ich möchte sie entschieden be-

jahen. Es besteht doch ein unabweisbares Bedürfnis, eine Darstellung der im Bewufstsein des normalen Sehenden vorgefundenen, natürlich gewachsenen Gestalten der Tastwahrnehmung zu geben. Ist man theoretisch unvoreingenommen, so bieten sich uns die von uns unterschiedenen Tastgestalten mit derselben Ursprünglichkeit dar wie die Erscheinungsweisen der Farben. Die Theorie soll und kann zu ihrem Recht kommen, aber sie an den Anfang zu setzen und ihr zuliebe auf die Ordnung psychologischer Sachverhalte nach rein phänomenologischen Gesichtspunkten zu verzichten, halte ich für ein bedenkliches Verfahren. Man könnte mit Recht fragen, ob nicht ein solches Verfahren die Entwicklung gerade in der Psychologie oft schwer geschädigt hat. Was wir in diesem Werk als Atomismus in der Sinnespsychologie bekämpft haben, ist auch eine Folge eines solchen Verfahrens. Es besteht doch keine äufserliche, leicht erkennbare und leicht lösbare Assoziation zwischen den Tasteindrücken und denen des Gesichtssinns, welche den Tasteindrücken Räumlichkeit verleiht, sondern die Durchdringung ist von einer solchen Art, dafs erst ein so ungewöhnlicher Fall eines Gehirnverletzten wie der von Goldstein und Gelb gefundene die ganz allgemein herrschende Anschauung erschüttern konnte, die Tasteindrücke hätten ursprünglich etwas Räumliches an sich. Zwar hat vor ihnen schon Hagen (1844) eine solche Theorie aufgestellt, aber es blieb eben bei dieser vergessenen Theorie, an die erst die beiden Autoren wieder erinnern mufsten. Wenn Wittmann (a. a. O. S. 438) hierzu äufsert: „Von der Tatsächlichkeit dieser unräumlichen, rein qualitativen Berührungs- und Spannungserlebnisse, die bei Ruhe und Dauer immer mehr an Differenziertheit verlieren, vermag sich auch der Sehende durch Versuche an sich selbst zu überzeugen, er mag nur bei länger geschlossenen Augen sich energisch seinen tatsächlichen Perzeptionen aufmerksam zuwenden; er wird erkennen, dafs ihm die Perzeptionen als solche keinerlei Ansatzpunkte geben für irgendwelche räumliche Vorstellungen“, so kann ich dem nicht ohne weiteres zustimmen. Wenn ich z. B. meine Hand ausgebreitet auf den Tisch lege und beobachte das hier vorgeschriebene Verhalten längere Zeit, so nimmt zwar infolge der einsetzenden Ermüdung die Deutlichkeit des Eindrucks

wesentlich ab, aber ich kann nicht sagen, dafs das Räumliche des Tasteindrucks, sein Ausgebreitetsein, völlig weicht. Ich möchte auf einige Konsequenzen aufmerksam machen, welche die hier geforderte Abspaltung aller durch das Visuelle dem Taktilen zuwachsende Raumqualität für die Forschung nach sich ziehen würde. Alle Versuche, die man bislang über die Raumschwelle angestellt hat, wären dann nicht mehr dem taktilen Gebiet zuzurechnen, ja selbst nicht mehr Versuche über die einfache Druckschwelle. Haben doch Goldstein und Gelb (a. a. O. S. 27) gezeigt, wie sich sogar der Druckschwellenwert unter dem Einflufs der Gesichtsvorstellung um ein Vielfaches senkt. Gerade die Feststellung der Abhängigkeit dieser vermeintlich nur taktil bedingten Gröfse vom Optischen läfst wie nichts sonst die für gewöhnlich gar nicht auflösbare Verwachsung des Taktilen mit dem Optischen erkennen. So leicht lassen sich also die Tasteindrücke das räumliche Gewand, dessen sie sich bemächtigt haben, nicht nehmen. Nach all dem scheint mir gar keine andere Möglichkeit für die Forschung zu bestehen, als von den Tastformungen mit ihren räumlichen Eigenschaften auszugehen, auch nicht nachdem wir in den Besitz der Theorie von Goldstein und Gelb gelangt sind. Vielleicht wird uns eines Tages ein Gehirnverletzter vorgestellt, der zwar noch Farben zu empfinden vermag, sie aber nicht mehr mit den räumlichen Qualitäten erlebt, die ihre normale Erscheinungsweisen ausmachen. Soll es von diesem Augenblick an verboten sein, die von mir unterschiedenen Erscheinungsweisen der Farben zum Ausgangspunkt der Forschung zu nehmen?

Es ist von mir bestrittenen worden, dafs der normale Sehende den Tasteindruck einer Fläche ausschliefslich durch eine veränderte innere Einstellung seiner räumlichen Eigenschaften berauben könne. Für Flächen, die auf Distanz, nach dem Sondenprinzip, getastet werden, gilt das nicht mehr. Betastete ich einen Körper mit einem Stab, so ist an der Berührungsstelle von Hand und Stab zwar ein nicht auflösbarer Flächeneindruck gegeben, nicht aber an der Berührungsstelle von Stab und Körper. Der letztere Flächeneindruck kann bei Aufgabe der naiven Einstellung einer Auflösung verfallen. Verhalte ich mich analysierend, so verflüchtigt sich

sein räumlicher Charakter, es bleiben kinästhetische und vibratorische Empfindungen zurück. Beim normalen Sehenden werden also nur unmittelbar vom Drucksinn her die visuellen Residuen so stark angeregt, dafs die resultierenden räumlichen Eigenschaften des Tasteindrucks zähe und widerstandsfähig sind. Alle in dieser Arbeit mitgeteilten Versuche über Tasten auf Distanz müssen also so verstanden werden, dafs die auf Rauhigkeit und Glätte hinweisenden leibhaftig gegebenen Vibrationsempfindungen auf eine nur vorstellungsmäfsige Tastfläche bezogen werden.

Dem Vibrationserlebnis, das auf den Zustand eines Körpers hinweist, entspricht optisch nichts. Die Schnelligkeit, mit der ein Gegenstand sich bewegen mufs, um eine Vibrationsempfindung auszulösen, ist so beträchtlich, dafs sie als solche nicht mehr visuell wahrgenommen, sondern, wie bereits erwähnt, bestenfalls aus der Verschwommenheit der Konturen des bewegten Körpers erschlossen werden kann. Der Versuch, sich einen Vibrationszustand visuell vorzustellen, gelingt nicht, oder wo er scheinbar gelingt, stellt sich bei näherem Zusehen heraus, dafs man innerlich die Bewegung beträchtlich verlangsamt hat.

Die Ausführungen dieses und des folgenden Paragraphen erweisen den grofsen Einflufs der individuellen Erfahrung auf den Aufbau der Tastwelt, lassen aber auch zugleich nach den bereits hier und da erfolgten Andeutungen die Grenzen dieses Einflusses erkennen. In jedem Sinnesgebiete bestehen in dieser Hinsicht besondere Verhältnisse, ohne deren genaue Kenntnis eine allgemeine Untersuchung der Frage „Nativismus oder Empirismus“ unfruchtbar bleiben mufs.

§ 47. Der Einflufs kinästhetischer Vorgänge.

Gelegentlich wurde bereits von uns die Frage nach dem Einflufs kinästhetischer Faktoren auf die zur Darstellung gekommenen Phänomene gestreift. Hier ist der Ort, die Frage noch einmal einer etwas systematischeren wenn auch nur gedrängten Darstellung zu würdigen, denn sie hängt teilweise zusammen mit der soeben erfolgten Untersuchung des Anteils optischer Vorgänge an dem Aufbau von Tastformungen. GOLDSTEIN und GELB haben die Anschauung entwickelt, dafs auch im Tastraum des Normalen die optischen Vorstellungen nicht

direkt durch die Erregung der Sinnesflächen der Haut erweckt werden, sondern daſs hierzu die Wirksamkeit der kinästhetischen Residuen notwendig sei. Wenn diese durch die mit ihrem Patienten gemachten Erfahrungen nahegelegte Auffassung richtig ist, so ist damit auch die Frage nach der Bedeutung des Kinästhetischen für die Tastformungen zu einem wichtigen Teil beantwortet. Es wäre dann so, daſs die kinästhetischen Faktoren mindestens so weit an den Tastformungen beteiligt sind, als sie die optischen Residuen mobilisieren, welche ihrerseits am Aufbau der Tastformungen mitwirken. Ohne Zweifel bleibt nun aber die Arbeit, welche das Kinästhetische bei der Gestaltung von Tasteindrücken zu leisten hat, nicht auf diese indirekte Form der residualen Wirkung beschränkt.

Wir sind nicht müde geworden, immer wieder auf die Bewegung als schöpferische Kraft für Tastformungen hinzuweisen. Wenn es nun auch zutreffend sein sollte, wie manche Autoren meinen, daſs die Erregung motorischer Durchgangsstationen der Hirnrinde keinen Bewuſstseinswert habe, der Effekt der Bewegung an den Tastorganen kommt uns jedenfalls, eben durch die kinästhetischen Empfindungen[1], zum Bewuſstsein und soweit sie zum Bewuſstsein kommen, haben sie einen Anteil an den Tastformungen. Sie sind also beteiligt, wenn beim aktiven Tasten die Glieder der Reihe rauh-glatt und die Glieder der Reihe weich-hart entstehen. Sie sind weiter beteiligt in den Fällen, wo sich ein Urteil über Klebrigkeit, Öligkeit usw. auch auf das Erlebnis von Widerständen stützt, die bei der Bewegung zu überwinden sind. Wir haben schon die weitgehende Unabhängigkeit all dieser Eindrücke von der zur Anwendung kommenden Bewegungsstärke betont, das ist nicht anders zu erklären als durch die Annahme eines hohen

---

[1] Die Empfindungen des Muskelsinnes sind „diejenigen Empfindungen, die durch die Tätigkeit der Muskeln mittels Erregung der in den Muskeln, Sehnen usw. endigenden sensorischen Nervenfasern hervorgerufen werden. Diese Empfindungen dienen vor allem dazu, uns über den Spannungsgrad unserer Muskeln Auskunft zu geben (der sog. Kraftsinn). Dagegen beruht die Wahrnehmung der Lage und der Bewegung unserer Glieder wesentlich auf den Tastempfindungen der Haut. Die sog. kinästhetischen Empfindungen umfassen also sowohl Empfindungen des Muskelsinnes als auch solche des Tastsinns." G. E. Müller, Abriſs der Psychologie, Göttingen 1924.

Grades von Empfindlichkeit, mit dem die Intensitäten des kinästhetischen Eindrucks im Gesamterlebnis in Ansatz gebracht werden. Bei Rauhigkeit und Glätte, Härte und Weichheit sowie allen sonst noch hierher zu rechnenden Eindrücken steht die eine Komponente der kinästhetischen Empfindung, die des Muskelsinns, ganz im Hintergrund. Sie kann nicht nur völlig unbeachtet bleiben, sondern wir wissen ja aus den Fällen des passiven Tastens, dafs sie fast unbeschadet der Prägnanz jener Eindrücke ganz ausfallen kann. Das Verhältnis zwischen den beiden Komponenten der kinästhetischen Empfindung kehrt sich nun aber um bei den Elastizitätserlebnissen; ihre Deutlichkeit steht und fällt mit der Deutlichkeit der Muskelsinnesempfindung, die Tastkomponente dagegen tritt ganz zurück, ja darf schliefslich auch ganz ausfallen. Tatonnierende Versuche ergaben mir eine beträchtliche Empfindlichkeit für die Unterscheidung von Elastizitätsgraden. Das kommt nicht überraschend, nachdem v. Frey zur Aufstellung des Satzes gekommen ist, dafs der Muskelsinn (Kraftsinn) in bezug auf die Feinheit der Unterscheidung alle anderen Sinne übertrifft[1].

Über eine sehr merkwürdige „Täuschung“ des Tastsinns bei Drehschwindel, die aber durchaus nicht für sich dasteht, berichtet Bechterew[2]: Rauhe Flächen erschienen beim Betasten glatt. Danach wäre also neben den bereits behandelten Sinnen auch noch der Gleichgewichtssinn am Aufbau der Tastphänomene beteiligt.

---

[1] M. v. Frey, Die Vergleichung von Gewichten mit Hilfe des Kraftsinns, *Zeitschr. f. Biol.* 65.

[2] W. v. Bechterew, *Arch. f. Anat. u. Physiol.* 1896, S. 105.

Vierter Abschnitt.

Anwendungen.

§ 48. Sprachpsychologisches und Erkenntnis-psychologisches.

1. **Über Sprachbilder, die der taktil-motorischen Sphäre, insbesondere der Tätigkeit der tastenden Hand, entlehnt sind.** Wenn wir zum Ausdruck bringen wollen, daſs wir uns einen Sachverhalt praktischer oder theoretischer Natur geistig angeeignet haben, sagen wir, wir haben ihn *begriffen*. Dieses Wort verweist wie das daraus abgeleitete Substantiv der *Begriff* und sein Adjektiv *begrifflich* in nicht miſsverständlicher Weise auf die Tätigkeit der Hand, die der wahrnehmungsmäſsig-motorischen Bewältigung eines Körpers dient (begreifen = mit einem Griff umspannen). Ein Affekt, eine Handlung, deren Zustandekommen ich durchschaue, erscheint mir *begreiflich*. Neben den *Begriff* treten, mit nicht so ausschlieſslich auf das Geistige gerichteter Anwendung der *Angriff*, der *Eingriff*, der *Zugriff* und der *Griff*, dieses Wort, das mit seiner Kürze und Schärfe etwas von dem kräftigen Zupacken der Faust akustisch nachzubilden scheint. Auf die Ableitungen *angreifbar* und *griffig* möge hier auch kurz hingewiesen werden. Einer allgemeineren Form der geistigen Aneignung, die dem Begreifen an Sicherheit nicht nachsteht, geben wir Ausdruck durch das Verb *erfassen*, dem sich das vulgäre *kapieren* an die Seite stellt, beides Wörter, die wieder auf die Tätigkeit unseres Greiforgans hinweisen. Halten wir in der Sprache Umschau, so stellt sich heraus, daſs die Bilder, die eine geistige Beziehung zwischen Subjekt und Objekt darstellen, überhaupt in überwältigender Mehrzahl der taktil-motorischen Sphäre, insbesondere der Tätigkeit der tastenden Hand, entlehnt sind. Das Instrument

der geistigen Aneignung, welches sich auch die Begriffe schafft, ist die Vernunft, ein Wort, dem man weniger als dem zugehörigen Verb vernehmen seine Ableitung aus der Tätigkeit der Hand ansieht. Ein fähiger Mensch ist einer, der etwas fassen kann (fahen = fangen). Die Verben zergliedern, behalten und auslegen werden sowohl auf die wirkliche Tätigkeit der Hand bezogen wie in übertragener Bedeutung auf geistige Leistungen. Überlegen verwendet man nur mit Beziehung auf geistige Akte. Bei stellen, das in der Verbindung vorstellen auftritt, darf wohl auch an eine Bewegung der Hand gedacht werden.

Unmittelbar an die Hand knüpfen an die Wörter handeln, Handel und Handlung, Bezeichnungen, die mit aller Evidenz hervortreten lassen, welche Beachtung die Tätigkeit des angeborenen Universalinstruments im praktischen Leben gefunden hat. Mehr auf das Geistige verweisen die auch an den Stamm Hand anknüpfenden Komposita Abhandlung und Verhandlung.[1]

Nicht minder zahlreich wie die vorstehend erwähnten an die Tätigkeit der Hand anknüpfenden Bilder der Sprache sind die in allgemeinerer Weise dem Taktil-Motorischen überhaupt entlehnten sprachlichen Ausdrücke. Ich führe zunächst an: Es berührt mich etwas, mit seinen Steigerungsformen es ergreift mich, es packt mich, es läfst mich nicht los, etwas geht mir durch und durch. Ich kann mir etwas zu Herzen nehmen. Das Wort Eindruck, das in umfassendster Weise eine Einwirkung auf unseren Geist kennzeichnet, es ist doch auch der taktilen Sphäre entlehnt, sein Gegenspiel: der Ausdruck knüpft gleicherweise an das Taktil-Motorische an.

Soweit ich sehen kann, kommen neben den angeführten sprachlichen Ausdrücken (die Aufstellung erhebt natürlich keinen Anspruch darauf, vollzählig zu sein), die, dem Tastsinn entlehnt, zur Kennzeichnung intellektueller Vorgänge dienen,

[1] An die Tätigkeit der Finger knüpft an das „fingern", das besonders im Jargon des Soldaten eine grofse Rolle gespielt hat. Primitiver Mensch und Kind „fingern" Zahlvorstellungen. — Verstehen und Verständnis nehmen Bezug auf die Verhaltungsweisen der unteren Extremitäten.

nur wenige vor, die anderen Sinnesgebieten entnommen sind. Einsehen, einbilden, scheinen, erscheinen verweisen auf das Optische. Woher mag die Vorherrschaft der dem Taktil-Motorischen entlehnten Bilder kommen? Sie beruht wohl auf dem Primat, den der Tastsinn in erkenntnispsychologischer Hinsicht gegenüber allen anderen Sinnen besitzt. Ehe wir den Nachweis hierfür erbringen, mögen Beispiele aus anderen Sprachen zeigen, dafs wir es bei den untersuchten Sprachbildern nicht mit einer Besonderheit der deutschen Sprache zu tun haben.

Im Lateinischen sind es die Verben percipere (wahrnehmen) und comprehendere (verstehen), die auf das Erfassen durch die Hand Bezug nehmen. Oblivisci (vergessen) knüpft mit seiner Herleitung von oblinere (ausstreichen) ebenso an eine Handtätigkeit an wie (animo sibi) fingere (sich vorstellen), denn die ursprüngliche Bedeutung von fingere ist kneten. Aus agere (handeln, tätig sein) ist abgeleitet cogitare denken. Ist nicht der Gegensatz von videri (scheinen) mit seiner dem Gesichtssinn entnommenen Tätigkeit und manifestus (handgreiflich, offenbar) geradezu als Musterbeispiel von gröfster Anschaulichkeit für die von uns aufgestellte These zu betrachten? Die Verben imprimere und exprimere entsprechen in ihrer übertragenen Bedeutung ganz den deutschen Verben eindrücken, einprägen und ausdrücken.

Im Griechischen wäre zu erinnern an *κατάληψις*, welches mit seiner Ableitung von *λαμβάνειν* ergreifen, fassen, in Besitz nehmen dem deutschen Begriff entspricht.[1] Abgeleitet von

[1] „Chrysippus . . . und mit ihm Antipater von Tarsus und Apollodorus und andere setzen als Kriterium der Wahrheit die *καταληπτικὴ φαντασία* d. h. diejenige Vorstellung, welche, von einem realen Objekte ausgehend, den Beifall des Subjekts erzwingt und so eine *κατάληψις* hervorbringt." Ueberweg-Heinze, Grundrifs der Geschichte der Philosophie des Altertums, 9. Aufl., Berlin 1903, S. 293.

Ich kann es mir nicht versagen, an dieser Stelle noch einige Ausführungen des Aristoteles über die menschliche Hand zu bringen. „Anaxagoras sagt, der Mensch sei darum das gescheiteste Wesen, weil er Hände hätte. Eine vernünftige Überlegung zeigt uns aber, dafs er deswegen, weil er das gescheiteste Wesen ist, Hände hat. Denn die Hände stellen ein Werkzeug dar, die Natur teilt aber, wie ein gescheiter Mensch jedes dem zu, der es zu gebrauchen versteht... Denn der Ge-

demselben Stamm ἀναλαμβάνειν und ὑπολαμβάνειν auffassen, erfassen und geistig erfassen. Das ins Deutsche übernommene Charakter (χαρακτήρ Eigentümlichkeit, Kennzeichen) ist abgeleitet von χαράσσω spitzen, ritzen. Was nur Schein, Sinnentrug ist, wird mit dem dem Gesichtssin entnommenen ὄψις bezeichnet.

Dafs im Französischen und Englischen die aus einer Tätigkeit der Hand und dem Taktilen überhaupt abgeleiteten Sprachbilder häufig sind, erklärt sich in einfacher Weise durch die Vorherrschaft der lateinischen Wurzeln in diesen modernen Sprachen. Französisch: comprendre, concevoir, capable, exprimer, imprimer. Englisch: comprehend, conception, capable, impression, expression. — Ich breche hier die Betrachtung über die Ableitung von Sprachbildern aus dem Taktilen ab, indem ich nur noch bemerke, dafs die Ausführungen für alle Sprachen Europas Geltung zu haben scheinen. Es wäre eine dankenswerte Aufgabe, entsprechende Untersuchungen auch für Sprachen anderer Sprachfamilien durchzuführen.[1]

---

scheiteste kann die meisten Werkzeuge zweckmäfsig benutzen; die Hand scheint aber nicht nur ein Werkzeug darzustellen, sondern deren viele. Sie ist gleichsam ein Werkzeug vor allen andern ... Die andern Lebewesen besitzen nur ein Hilfsmittel, und es ist nicht möglich, dies mit einem andern zu vertauschen; vielmehr müssen sie notwendig damit ... schlafen und alles tun, sie können diesen Schutz ihres Körpers niemals ablegen und nicht die Waffe, die sie besitzen, vertauschen. Der Mensch aber hat die Möglichkeit, vielerlei Schutzmittel zu besitzen, und ferner jede Waffe, die er will und zwar so, wie es ihm beliebt, zu verwenden. Die Hand kann zur Kralle, Klaue, zum Bogen, zur Lanze, zum Schwert, ja zu jeder beliebigen Waffe und Werkzeug werden. Alles dies wird sie deswegen, weil sie alles zu ergreifen und festzuhalten vermag. Dementsprechend ist auch das Aussehen und der Wuchs der Hand eingerichtet" (Aristoteles, de partibus animalium IV, 10).

[1] Es sei hier noch auf einige andere Beziehungen zwischen Sprechen und Tätigkeit der Hand hingewiesen. Die motorischen Zentren der Hand und der Sprache liegen im Gehirn in unmittelbarer Nachbarschaft zueinander. Der Rechtshänder (Linkshänder), der sich bei der die Rede begleitenden Gestikulation sowie beim Tasten (auch bei der Erzeugung von Tastvorstellungen) vornehmlich der rechten (linken) Hand bedient, hat das Sprachzentrum in der linken (rechten) Gehirnhälfte, wo die rechte (linke) Hand ihre Hauptvertretung hat. In diesem Zusammenhang darf auch an die merkwürdige Feststellung D. J. Saers erinnert werden, dafs unter Kindern in Wales, die zweisprachig waren (Walisisch

2. Der erkenntnistheoretische Primat des Tastsinns gegenüber den anderen Sinnen. Wenn ich im Vorwort die in den Lehrbüchern der Psychologie üblich gewordene Einteilung der Sinne in höhere und niedere als bedenklich bezeichnet habe, so darf, das glaube ich hoffen zu dürfen, das Ganze der vorgelegten Untersuchungen als eine Begründung dieser Stellungnahme betrachtet werden, wenigstens soweit als der Tastsinn den niederen Sinnen zugerechnet worden ist. Wir haben es hier nicht mit einer belanglosen Frage der Definition, aber auch nicht nur mit einer internen Angelegenheit der Sinnespsychologie zu tun, nein, die Einteilung hat ihre besonderen Folgen für die Erkenntnistheorie gehabt und hat sie noch. So unzulässig es ist, wenn man allgemeine Fragen der Wahrnehmungspsychologie einseitig am Gesichtssinn und Gehörssinn studiert und das, was der Tastsinn an eigenartigen Zügen aufweist, darüber vernachlässigt, so bedauerlich ist vom philosophischen Standpunkt aus die einseitige Orientierung der Erkenntnistheorie an den höheren Sinnen. Henning hat sich ganz mit Recht in ähnlicher Weise wie wir hier hinsichtlich des Tastsinns gegen eine Vernachlässigung des Geruchssinns als eines niederen Sinnes in Psychologie und Philosophie ausgesprochen.[1]

Der Tastsinn — dem wir in dieser Betrachtung der Einfachheit der Darstellung wegen das Kinästhetische zurechnen wollen — erreicht zwar nicht in jeder Hinsicht die Leistungen des Gesichtssinns an subtiler Feinheit, auch finden sich bei ihm nur schwache Ansätze zum Fernsinn, die beim Gesichtssinn zur vollen Entwicklung gekommen sind, und doch müssen wir dem Tastsinn den erkenntnispsychologischen Vorrang vor allen anderen Sinnen geben, weil seine Erkenntnisse den tragfähigsten Realitätscharakter haben. Der Tastsinn hat eine weit größere Bedeutung für die Entwicklung des Glaubens an die Realität der Außenwelt als die anderen Sinne. Nichts

und Englisch), dreimal so viel angetroffen wurden, denen die Unterscheidung von links und rechts Schwierigkeiten bereitete, als unter Kindern, die einsprachig waren. D. J. Saer, The effect of bilingualism on intelligence. *The Brit. Journ. of Psychol.* **14**, 1923.

[1] H. Henning, a) Assoziationsgesetz und Geruchsgedächtnis, *Zeitschr. f. Psychol.* **89**, S. 192. b) Der Geruch, 2. Aufl., Leipzig 1924.

überzeugt uns so sehr von ihrer Existenz wie auch von der Realität unseres eigenen Leibes wie die, manchmal vom Schmerz nuancierten, Zusammenstöfse, die zwischen dem Leib und seiner Umgebung erfolgen. Das Getastete ist das eigentlich Wirkliche[1], das zu Wahrnehmungen führt; das Spiegelbild, die Fata Morgana wenden sich an das Auge, ihnen entspricht keine Realität. Der ins Wasser getauchte Stab erscheint dem Auge gebrochen, die Hand korrigiert den Irrtum, zu dem uns das Auge verleiten könnte. Dafs es trotz veränderlicher Sehgröfse und Sehgestalt und trotz veränderlicher scheinbarer Oberflächenstruktur nur eine wahre Gröfse und Gestalt und nur eine wahre Oberflächenstruktur gibt, dafür spricht der Tasteindruck, der sich eben nicht ändert, wenn die den Körper umschliefsende Hand ihm eine verschiedene Entfernung vom Auge gibt. Die Strukturierung des Raumes in bezug auf die Richtung oben-unten würde wohl ohne Mitwirkung des Tastsinns auch nicht in der tatsächlich beobachteten Weise geschehen. LOCKE und BERKELEY haben Erwägungen dieser Art dazu bestimmt, dem Tastsinn den Vorrang vor dem Gesichtssinn einzuräumen, den optischen Raum auf den Tastraum aufzubauen. „Dieser Sinn ist auch der einzige von unmittelbarer äufserer Wahrnehmung, eben darum auch der wichtigste und am sichersten belehrende" (KANT). Auch nach SCHOPENHAUER beziehen sich die Wahrnehmungen des Gesichts letztlich doch auf das Getast.[2] Bei vielen Philosophen, die derartigen Gedanken nicht besonderen Ausdruck verliehen haben, läfst sich doch nachweisen, dafs sie sie zum Hintergrund ihrer Theorien der Wahrnehmung genommen haben.

Dafs grundlegende Begriffe der Physik wie Undurchdringlichkeit, Widerstand und Kraft im Tastsinn wurzeln, wurde bereits früher angeführt, wir können hier noch den Begriff der Reibung hinzufügen. Physik und mit ihr die Natur-

---

[1] HENNING bemerkt in seinen oben angeführten Untersuchungen zur Denkpsychologie (S. 78): „Alle gemeldeten Tastvorstellungen in allen Reihen betrafen . . . etwas Wirkliches. Bei dieser Gelegenheit sei darauf hingewiesen, dafs auch die taktilen Phantasien in Dichtungen, z. B. die Tastspiele der Marsbewohner (KURD LASSWITZ, Auf zwei Planeten) ebenfalls auf etwas Wirkliches oder doch Mögliches zurückweisen."

[2] SCHOPENHAUER, Über den Satz vom Grunde, § 21.

philosophie hätten, wären wir nicht mit dem Tastsinn ausgestattet, nicht die vorliegende historische Form; die Physik des Tastsinnlosen wäre sehr wahrscheinlich eine andere als die unsere, die Physik des Blinden und des Gehörlosen unterscheidet sich von der unsrigen nicht.[1] Kennzeichnend ist die Physik, die der Geisterglaube für Geister entwickelt hat. Geister läfst man hören und sehen, man nimmt ihnen aber den schweren und undurchdringlichen Leib. Er ist es eben, der uns unsere Gebundenheit an die materielle Wirklichkeit wie sonst nichts zum Bewufstsein bringt.

Einen Primat des Tastsinns ergibt auch die Betrachtung des individuellen Entwicklungsganges des Menschen. Von den auf ihn einstürmenden Sinneseindrücken können dem Säugling beim Geburtsakt die bis zur höchsten Intensität gesteigerten Druckempfindungen am ehesten an der Schwelle des Lebens das Realitätserlebnis vermitteln. Mit der lebenswichtigen Funktion der Nahrungsaufnahme verbunden treten dann vom ersten Tag an die Tasterlebnisse beim Saugen auf. „Der Urraum des Neugeborenen ist die Gegend seines Mundes; der Mund ist vermutlich das einzige Organ, das schon vom ersten Tag an auf bestimmte Tasteindrücke mit bestimmten Bewegungen antwortet.“[2] Auch wenn noch kein aktives Tasten erfolgt, entstehen beständig Tasteindrücke durch den Druck der Kleidung, der Unterlage und durch die dem Säugling zugewandte Körperpflege in einem Umfang, dafs sie alle anderen sinnlichen Eindrücke an Umfang und Intensität übertönen müssen. Auch die für das Verhalten und das Wohlergehen des Neugeborenen so wichtigen Temperatureindrücke müssen hier als von den Tasteindrücken gar nicht trennbar angeführt werden.

Sobald das Kind seine Hände zu gebrauchen lernt, erwacht eine wahre Tastleidenschaft. Eine wichtige Vervollkommnung des Tastwerkzeugs setzt mit der Opposition des Daumens ein, die PREYER bei seinem Kind mit 3 Monaten beobachtete.

---

[1] W. LAY glaubt, dafs bei völligem Fehlen der kinästhetischen Eindrücke eine erfolgreiche Erziehung einer Person nicht möglich sei. *Zeitschr. f. exp. Pädag.* **3**, 1906.

[2] W. STERN, Die Entwicklung der Raumwahrnehmung in der ersten Kindheit. *Zeitschr. f. angew. Psychol.* 2, 1909, S. 413.

Unsere beiden Kinder fingen etwa mit 11 Monaten an, alles zu erfassen und zu betasten, was die Umgebung an Gegenständen bot. Man kann ohne Übertreibung sagen, alles was das Kind sieht, will es auch betasten.[1] Es beruhigt sich erst mit dem Tasteindruck, dieser scheint ihm erst die Realität des Gegenstandes zu garantieren. PREYERS Kind wundert sich über das Ausbleiben des Tastgefühls bei einem gespiegelten Gegenstand.[2] SIKORSKIS Kind sieht die Biskuitbüchse leer, greift aber doch hinein, um sich davon zu überzeugen, dafs sie nichts enthält. Wie der optisch Halluzinierende übt es also durch den Tastsinn eine Realitätskontrolle aus. Diese Tendenz bleibt auch im Verhalten des Erwachsenen bestehen.

3. Der Akkusativ bei den Verben der sinnlichen Wahrnehmung. JAENSCH hat einen Abschnitt seines Werkes über den Aufbau der Wahrnehmungswelt und ihre Struktur im Jugendalter[3] den Beziehungen eidetischer Erlebnisse zur Sprachwissenschaft gewidmet. Er versucht hier die schon von CHR. SIGWART in seiner Logik aufgeworfene Frage zu beantworten, wie es kommt, dafs die Verben der sinnlichen Wahrnehmung mit dem Akkusativ verbunden vorkommen, da doch Wahrnehmen weder ein blofses Tun noch ein Wirken ist, es wird beim Wahrnehmen nichts erzeugt.[4] Unter Ablehnung anderer Lösungen kommt JAENSCH zu dem Resultat, „dafs es gar keiner denkschwierigen Annahmen, ja überhaupt keiner Hypothesen bedarf, um auch bei den Verben der sinnlichen Wahrnehmung für das primitive Bewufstsein eine Kausalrelation aufzuweisen, wie sie der Kausativus fordert". „Die Wahrnehmungsfunktionen üben bei Eidetikern tatsächlich

---

[1] A trois mois, l'enfant commence à tendre la main pour saisir, il palpe en connaisseur novice, et la tendance à éprouver, à chercher des sensations tactilo-musculaires se developpe de jour en jour chez lui." PEREZ, Les trois premières années de l'enfant. 5. Ausg. 1892, S. 38 f.

[2] W. PREYER, Die Seele des Kindes, 7. Aufl., 1908, S. 353.

[3] E. R. JAENSCH, Über den Aufbau der Wahrnehmungswelt und ihre Struktur im Jugendalter. 9. Abschnitt.

[4] Diese Frage mufs auf diejenigen Sprachen beschränkt werden, für welche die Tatverben wie im Deutschen fast die Alleinherrschaft haben. Sie entfällt für Sprachen wie die georgische, die ziemlich scharf zwischen Tatverben und Empfindungsverben scheidet. Man vgl. hierzu FR. N. FINCK, Die Haupttypen des Sprachbaus, Leipzig 1910.

in ganz buchstäblichem Sinne eine Kausalfunktion auf die Wahrnehmungsgegenstände aus, indem sie diese beeinflussen, verändern, ja aufbauen." JAENSCH verweist auf seine Feststellung, daſs der Eidetiker sich bei der optischen Wahrnehmung unmittelbar tätig fühlt, daſs unter seiner optischen Aufmerksamkeit Änderungen an den Gegenständen erfolgen. JAENSCH stützt seine Ansicht weiter auf ethnologisches Material, da die Menschheitsentwicklung allgemein eine eidetische Phase der optischen Wahrnehmung aufzuweisen scheint. „Gegenüber dem Einwand, daſs alle diese Verhältnisse zunächst nur für die optischen Wahrnehmungen aufgezeigt sind, würden wir darauf hinweisen, daſs erstens in allen primitiven Sprachen und frühen Entwicklungsstadien unter den sprachlich berücksichtigten Wahrnehmungsinhalten durchaus die optischen vorwalten ... und daſs zweitens entsprechende Verhältnisse in den anderen Sinnesgebieten noch nicht genauer durchforscht sind, woraus keineswegs folgt, daſs sie hier fehlen müssen." Von der Psychopathologie kommend, glaubt STORCH die Ausführungen JAENSCHS bei Schizophrenen bestätigen zu können. „Die ursprüngliche Wahrnehmung trägt einen dynamischen Charakter, das Wahrnehmen betätigt sich am sinnlich Gegebenen im Sinne einer Kausalfunktion." [1] „Bei schizophrenen Kranken . . . können wir beobachten, wie der starre Subjekt-Objekt-Gegensatz im Erleben der Kranken sich auflöst, wie an seine Stelle ein magischer Macht- und Wirkungszusammenhang tritt. Das Wahrnehmen ist für Kranke dieser Art nicht ein einfaches Hinblicken auf einen dem Ich gegenüber stehenden von ihm abgelösten Gegenstand, sondern ein Hinauswirken des Ichs in das sinnlich Gegebene oder auch ein Hineinwirken des sinnlich Gegebenen ins Ich."

Ich glaube nun, daſs die Analyse der Tasterlebnisse einen wichtigen Beitrag zu dem hier aufgeworfenen Problem zu liefern vermag. Die Verhältnisse der Tastwahrnehmung reichen tiefer als die der Gesichtswahrnehmung an die Wurzeln der diskutierten sprachlichen Ausdrucksweise heran. Es bleibt doch hypothetisch, daſs wir einmal eine eidetische Phase der op-

---

[1] A. STORCH, Erlebnisanalyse und Sprachwissenschaft. *Zeitschr. f. Psychol.* **94**, 1924, S. 147f.

tischen Wahrnehmung durchlaufen haben, und darum kann es nur als eine Hypothese bezeichnet werden, dafs die sprachschöpferische Natur gerade dieser Zeit sich in den Akkusativkonstruktionen der Verben des Wahrnehmens offenbare. Es ist viel natürlicher, diese sprachlichen Konstruktionen an die taktile anstatt an die optische Wahrnehmung anzuknüpfen, denn hier bedarf es überhaupt der Annahme einer eidetischen Phase nicht. Jede aktuelle Tasttätigkeit bedeutet ein Produzieren, ein Schaffen in des Wortes eigentlicher Bedeutung. Wenn wir tasten, bewegen wir unsere Sinnesflächen willentlich, wir müssen sie bewegen, wie wir immer wieder festgestellt haben, wenn uns die Tasteigenschaften der Gegenstände zugänglich werden sollen. Wer würde seine Hand beim Tasten im praktischen Leben ruhen lassen, so etwas verlangt nur die Instruktion des Laboratoriums. Die Tasteigenschaften der Umgebung sprechen uns nicht wie ihre Farben spontan an, sie sind stumm, wenn wir sie nicht zum Reden bringen. Wir erzeugen quasi durch unsere Muskeltätigkeit Eigenschaften wie Rauhigkeit und Glätte, Härte und Weichheit, wir sind wirklich die Schöpfer dieser Qualitäten und nicht nur der mikromorphen, sondern in beträchtlichem Grade auch der makromorphen, wie die Tatsachen der Stereognosie zeigen. Wir weisen an dieser Stelle erneut daraufhin, wie die Verhältnisse der Tastvorstellung diesen Sachverhalt auf das deutlichste widerspiegeln. Tasten heifst durch eigene Tätigkeit eine besondere Klasse von Körpereigenschaften ins Leben rufen. Man könnte hiernach fast a priori ableiten, dafs nur die kausative Sprachform der psychologischen Struktur des Tastvorgangs gerecht zu werden vermag. Gehen wir von der Tätigkeit des Tastens aus, so brauchen wir nicht zur Erklärung von sprachpsychologischen Erscheinungen zu einer doch immerhin hypothetischen eidetischen Phase der Wahrnehmung unsere Zuflucht zu nehmen. (Jaensch mag im übrigen recht haben, dafs auch der Tastsinn einmal eine eidetische Phase durchgemacht habe.) Die schöpferische Natur der Tastwahrnehmung ist eine Tatsache, jedem steht jederzeit die Möglichkeit offen, sich dieser ihrer Natur durch die Selbstbeobachtung zu vergewissern.[1]

[1] Eine gewisse Aktivität entfalten wir ja in der Regel auch, wenn

Es sind aber nicht nur die bis jetzt herausgestellten Momente der Aktivität und Kausativität des Tastvorgangs, die ihn besser als die Gesichtswahrnehmung zur Erklärung der zur Diskussion stehenden sprachlichen Form geeignet erscheinen lassen, wir können uns dabei auf ein weiteres Ergebnis unserer früheren Analyse der Tastwahrnehmung stützen. Storch betrachtet die von ihm geschilderten Fälle pathologischen Erlebens darum als besonders beweiskräftig für Jaenschs Stellungnahme, weil in diesen Fällen sich die Kluft zwischen Subjekt und Objekt noch nicht aufgetan habe, die normalerweise in der Wahrnehmung bestehe. Wo das Objekt dem Ich noch nicht als ein Unveränderliches gegenübertritt, sondern das Ich sich mit seinen Strebungen ohne scharfe Grenze in die Umwelt hineinwirkt, da scheint tatsächlich der sprachliche Ausdruck am Platz, der die Welt als einen Ausfluſs der schöpferischen Tätigkeit des Ichs erscheinen läſst. Storch ist nun der Ansicht, daſs die in der Schizophrenie vorkommende Form der Wahrnehmung einen Rückfall in ein früher durchlaufenes normales Stadium der Stammesentwicklung darstellt und daſs in diesem Stadium die sprachliche Form für die Tätigkeit der sinnlichen Wahrnehmung fixiert worden sei, die für die jetzige normale Form inadäquat anmutet. Manches mag für diese Hypothese Storchs sprechen, wenn das in erster Linie, daſs sie sich auf Erlebnisse der sinnlichen Wahrnehmung stützt, die noch keinen scharfen Schnitt zwischen Subjekt und Objekt erkennen lassen wie die normale Wahrnehmung, so können wir wieder mit mehr Recht auf die Tastwahrnehmung als Repräsentanten einer ausgesprochen bipolaren Wahrnehmung hinweisen. Hier bedarf es gar keiner Hypostasierung früherer Entwicklungsstadien, die Tastwahrnehmung tritt auch im Bewuſstsein des jetzt lebenden normalen Menschen nie ohne den subjektiven Pol auf. Storch hat vermutlich vornehmlich an die Gesichtswahrnehmung gedacht, bei ihr geht tatsächlich die Loslösung vom Erlebenden so weit, daſs Hering sogar, wie schon erwähnt, die Bezeichnung Gesichts*empfindung* als

---

wir der optischen Wahrnehmung dienende Augenbewegungen ausführen, aber farbschöpferisch sind diese Augenbewegungen nicht wie die Bewegungen der Finger tastschöpferisch sind.

unangebracht bezeichnet hat. Die Gesichtswahrnehmung des Normalen zeigt keine Durchwirkung mehr mit dem Erlebenden. Anders beim Tastsinn. Wir erinnern an unsere ausführlichen Betrachtungen über die Bipolarität des Tasteindrucks, in dem das Tastorgan gar nicht weggestrichen werden kann. Objekt und Subjekt sind als getrennte Faktoren des Tasteindrucks gar nicht vorstellbar. Sieht man in derartigem Durchdrungensein von Umwelt und Subjekt eine Vorbedingung für die Ausbildung der sprachlichen Kausativform, so ist sie bei den Tasterlebnissen jedenfalls in viel eindringlicherer Weise als in der Gesichtswahrnehmung gegeben.

Gesetzt, das bisher Gesagte könnte die kausative Sprachform für die Verben erklären, die sich auf die Tätigkeit des Tastens beziehen, wie wäre die sprachliche Parallelerscheinung für andere Gebiete sinnlicher Wahrnehmung zu verstehen? Jaensch hält die Übertragung vom Optischen auf andere Sinnesgebiete für statthaft wegen der Präponderanz des Gesichtssinns. Ich glaube, die Übertragung vom Tastgebiet aus ist psychologisch eher plausibel zu machen. Der vorhergehende Paragraph hat sich mit dem Primat des Tastsinns unter den verschiedensten Gesichtspunkten beschäftigt. Wir haben den Nachweis zu erbringen versucht, daſs die Entscheidung des Tastsinns häufig als eine letztinstanzliche angerufen wird, wenn von optischer Seite her Verifikationen nicht zu erreichen sind oder mit Illusionen zu rechnen ist, daſs sich diese Tendenz instinktiv schon beim Kind zeigt und beim Erwachsenen mit Bewuſstsein verfolgt wird. Wir halten also die Übertragung der Sprachform, die im Taktilen zur Entwicklung gekommen ist, auf andere Sinnesgebiete für statthaft wegen des Vorrangs, den der Tastsinn gegenüber allen anderen Sinnen erkenntnispsychologisch beanspruchen kann.

§ 49. Der Tastsinn in der Pädagogik.

Seitdem die Pflege der Sinne zu einem Programmpunkt der Pädagogen geworden ist, vermiſst man zwar bei fast keinem von ihnen Bemerkungen über die Erziehung des Tastsinns, aber in der Regel wird er gegenüber den sogenannten höheren Sinnen doch recht stiefmütterlich behandelt. Wir haben oben (S. 191) ausführlich eine Stelle aus dem Emil angeführt, wo

Rousseau eine Übung des Vibrationssinns vorschlägt; es liegt hier ein Ausnahmefall vor, insofern man in der Regel bei der Ertüchtigung des „Gefühls", wie man sich meist popularpsychologisch ausdrückte, nur den einen Zweig des Tastsinns, den Drucksinn, im Auge hatte. Zahlreich sind die Vorschläge Rousseaus, die sich auf die Schulung des Drucksinnes und seiner stereognostischen Leistungen beziehen. Vorzugsweise wird das Erkennen von Formen dem Tastsinn als Aufgabe gestellt, so daſs in der älteren Pädagogik des normalen Kindes eine Übung wie die, das Bestimmen von Pflanzen ausschlieſslich durch Betasten der Blätter durchzuführen, wie es Salzmann [1] gelegentlich im Philanthropin zu Schnepfenthal hat vornehmen lassen — wobei also die Oberflächenstruktur ein gewichtiges Wort mitzureden hatte — durchaus Kuriositätscharakter behält. Die sogenannten Fröbelschen Gaben für den Kindergarten wenden sich an den Formensinn (des Auges und) der tastenden Hand, die Oberflächenartung der Holzklötze ist durchaus nebensächlich.

Wie in dem bedeutungsvollen Erziehungssystem der Montessori [2] die systematische Schulung der Sinne einen breiteren Raum einnimmt als bei irgendeinem ihrer Vorgänger, so hat sie auch für den Tastsinn ihre ins Einzelne gehende Übungsvorschriften gegeben. Eine reiche Sammlung von Tastmaterialien wird dem Kind geboten, um es mit den verschiedensten Oberflächenstrukturen bekannt zu machen. Die Kinder sind für die Übungen leicht zu haben, weist doch die Italienerin mit Recht auf die wahre Leidenschaft des Jungkindes hin, alle erreichbaren Gegenstände durch die prüfende Hand gehen zu lassen. Montessori läſst mit geschlossenen Augen üben. Wir würden sagen, das genügt streng genommen wegen der akustischen Fehlerquelle nicht, um reine Tastleistungen zu garantieren, aber pädagogische Splitterrichterei ist hier nicht am Platze, ganz ohne Zweifel wird auch so der Tastsinn erzogen. Was die tüchtige Pädagogin über die

---

[1] Salzmanns Ameisenbüchlein. Verlag F. Schöningh, Paderborn 1912, S. 51.

[2] Maria Montessori, Selbsttätige Erziehung im frühen Kindesalter. Verlag J. Hoffmann, Stuttgart. 4.—7. Tausend, S. 173 ff.

Wichtigkeit der Erziehung der Hand für die verschiedenen Berufe sagt, kann man unterschreiben.

Der Nachweis, dafs Bewegung geradezu das Lebenselement des Tastsinns ausmacht, erlaubt und fordert eine ganze Reihe pädagogischer Folgerungen zu ziehen. Es heifst dem schulpflichtig gewordenen Kinde einen ganz unnatürlichen und schädlichen Zwang antun, wenn man seine tasthungrigen Finger dazu zwingt, während der längsten Zeit des Unterrichts artig auf der Bank zu ruhen, anstatt ihnen Freiheit der Bewegung für den Erwerb neuer systematisch geleiteter taktilmotorischer Erfahrungen zu gewähren.

Beim Blinden und mehr noch beim Taubstummblinden erhält die Erziehung des Tastsinns ein ganz besonderes Gewicht, das ist zur Genüge bekannt, so dafs es in diesem Zusammenhang genügt, nur daran zu erinnern.

Fortschritte der psychologischen Erkenntnis haben in der Regel eine anregende Wirkung für die Pädagogik gehabt, so gebe ich mich auch der Hoffnung hin, dafs die Untersuchungen, die ich hier vorlege, allen denen einen gewissen Nutzen gewähren werden, die sich, von irgendeiner Seite herkommend, mit der Erziehung des Tastsinns zu beschäftigen haben. Wo im praktischen Leben könnte man aus einem geschulten Tastsinn nicht Nutzen ziehen? Es ist gewifs nicht sehr tragisch zu nehmen, wenn Hausangestellte, wie mir erfahrene Hausfrauen versichern, gelegentlich Wollsachen mit Baumwolle (und umgekehrt) ausbessern, was bei Schulung des Tastsinns nicht vorkommen könnte, schlimmer ist es schon, wenn die Hand des Arztes aus mangelnder Erziehung bei der Palpation und in anderen Fällen versagt. Die Pflege des Tastsinns ist beim Sehenden immer, eigentlich etwas willkürlich, auf die Hand beschränkt worden, warum sollte man nicht auch andere Tastorgane üben? Armlos Geborene (Beinkünstler Untan) und Amputierte mit Handverlust lehren uns durch die Proben ihrer Geschicklichkeit, zu welchen Tastleistungen Füfse und Stümpfe es bringen können, wenn die harte Lebensnotwendigkeit Lehrmeisterin wird. Das Tasten des praktischen Lebens ist immer bewegtes Tasten, seine Vervollkommnung mindestens in demselben Mafse eine motorische wie eine sensorische Angelegenheit. Andererseits gibt es wohl kaum eine Geschick-

lichkeitsübung, die bei Betonung des Motorischen das sensorische Tasten nicht mitübt.[1] Der Werkunterricht bezweckt nach seinen formalen Zielen eine Steigerung der Geschicklichkeit der Hand. Ich glaube, dafs manche Befunde dieser Arbeit zu der noch fehlenden theoretischen Grundlegung des Werkunterrichts beitragen können. In stärkerem Mafse äufsert sich der Mangel ordnender lehrhafter Grundsätze in den Teilen der Psychotechnik, wo Tests zur Prüfung der Tastleistungen der Hand auftreten.

§ 50. Der Tastsinn in der Psychotechnik.

Die psychotechnischen Tests, in denen die Tastleistung vorherrscht, behandelt H. Rupp[2] in einer kurzen übersichtlichen Darstellung der Eignungsprüfungen als Proben über „Feingefühl der Hand", aber auch die Tests über Geschicklichkeit, die er darauf folgen läfst, enthalten alle eine Tastkomponente. An die Empfindlichkeit für Unterschiede der Oberflächenstruktur wendet sich der übrigens von Rupp nicht angeführte Test, der eine Serie von Sandpapieren verschiedener Feinheit oder Metallflächen verschiedener Körnung ordnen läfst. Dieser Test hat sich offenbar gut bewährt. Skutsch teilt aus den Ergebnissen der Prüfung für die Reichsbahn mit, „dafs die Versager im Tastsinn, der 1921 durch Vergleichen von Sandpapier verschiedener Körnung festgestellt wurde, durchschnittlich stark unter dem Reichsdurchschnitt geblieben waren, ein Zeichen für die Berufswichtigkeit dieser Eigenschaft, dem Beachtung geschenkt werden wird."[3] Der von mir vertretenen theoretischen Auffassung zufolge wird bei

---

[1] Hitschmann hat (a. a. O. S. 392) darauf hingewiesen, wie die beim Blinden eintretende Vervollkommnung des Tastsinns meist eine entsprechende Vergröfserung der manuellen Fertigkeiten im Gefolge hat. So lernen Blinde ziemlich rasch die verschiedenen Früchte und Blätter ... in Ton oder Wachs nachzubilden. — Auf bedeutsame sensomotorische Leistungen der menschlichen Hand hat auch W. Wirth in seiner psychophysischen Analyse der Repsoldschen Mikrometer-Registrierung hingewiesen. *Wundts Psychol. Studien* 10, 1917.

[2] H. Rupp, Eignungsprüfungen. Abschn. 12 des Taschenbuches für Betriebsingenieure, Berlin 1924.

[3] Skutsch, Die psychotechnische Versuchsstelle der Reichsbahn. *Prakt. Psychol.* 1923, S. 325.

diesen Tests die Lösung durch die Empfindlichkeit des Vibrationssinns bestimmt oder doch mitbestimmt. Verglichen mit den besten Leistungen bei unserem Grundversuch sind diejenigen, welche bei Eignungsprüfungen unter Verwendung von Sandpapierserien erzielt oder auch nur verlangt wurden, als mäfsig zu bezeichnen. Der mit Papieren kleinster Verschiedenheit arbeitende Grundversuch treibt die Schwierigkeiten des Tests auf die Spitze, er könnte darum zur Aufstellung einer neuen und zwar verschärften Norm der bei diesem Test geforderten Leistung verhelfen. Darüber hinaus werden vielleicht die mannigfachen Variationen des Grundversuchs sowie die Versuche mit Spezifikationen des Tasteindrucks den Psychotechniker zur Aufstellung von neuen Tests anregen.[1]

Wir kommen zu dem Test, der die Fähigkeit zur Erkennung von Ebenheit und Unebenheit prüft. Es ist ein Höhenunterschied zu erkennen, der in Gestalt einer scharfen Kante zwischen zwei ebenen Flächen hinzieht. Von W. Moede ist ein besonderer Apparat, der sog. Tastsinnprüfer, für diese Aufgabe gebaut worden. Es ist wenig bekannt, dafs diese Konstruktion einen Vorläufer in einem bereits 1902 von Graham Brown[2] angegebenen Apparat besitzt. O. Lipmann und Stolzenberg lassen der Höhe nach sehr fein abgestufte Klötze ordnen, die Höhenunterschiede betragen 0,02 mm. In einem ganz anderen Zusammenhang hat O. Klemm darauf aufmerksam gemacht, dafs, wenn man zwei glatte Metallstücke, die in einer geraden Linie aneinander stofsen, gegenseitig ver-

---

[1] Der Direktor einer Zuckerfabrik machte mir brieflich folgende sehr beachtenswerte Angaben über die Verwendung der Hand beim Kochen des Rübensaftes. „Wenn der Kochapparat gefüllt ist, dann mufs der fertige Sud mit einer bestimmten Konzentration abgelassen werden. Diese läfst sich vom Kocher nur durch das Gefühl feststellen. Er nimmt eine Probe aus dem Kochapparat und reibt dieselbe zwischen den Fingern. Er erkennt dann die Zähflüssigkeit und damit die Konzentration und zwar so genau, dafs der Unterschied zwischen seiner Probe und der Untersuchung im Laboratorium meist nur 0,5 % beträgt, also statt 94 etwa 94,6 % Trockensubstanz. Diese Proben erfordern natürlich lange Übung und nicht jeder Kocher lernt es. Deshalb sind diese Zuckerkocher auch stets Angestellte und werden gut bezahlt."

[2] L. Tigerstedts Handb. d. physiol. Methodik III, 1, S. 18.

schiebt, der prüfend über diese Linie hin- und herbewegte Finger noch Höhenunterschiede der beiden Flächen bis unter $^1/_{50}$ mm erkennt.[1] So überraschend klein auch die bei diesem Test normalerweise erkannte Höhendifferenz sich gibt, so wird sie nach unseren obigen Feststellungen ganz beträchtlich durch diejenigen in der Ebene unregelmäſsig angeordneten unterboten, welche den Rauhigkeits- resp. Glattheitseindruck mancher Oberflächen bestimmen.

Der Prüfung des Feingefühls der Hand dient auch die Rangierung einer Anzahl Kartons, Bleche oder Drähte nach ihrer Dicke. Da man bei den Kartons usw. nie unter ein gewisses Maſs heruntergegangen ist, so ist es auch nicht zu der Feststellung jener erstaunlichen Empfindlichkeit für sehr dünne Stoffe gekommen, die oben (§ 31) erfolgt ist. Unsere einschlägigen Ergebnisse lassen sich vielleicht auch psychotechnisch nutzbar machen.

Die Proben, die Rupp unter Nr. 31 (Reibung eines Bolzens oder Gewindebolzens oder Druck eines Gewindebolzens gegen einen Anschlag durch Drehen genau erkennen) und Nr. 32 einer Zusammenstellung (Reibung einer Leere genau erkennen) anführt, scheinen auf die Feinheit der Widerstandsempfindungen zu gehen, sie wenden sich aber auch nach meinen Erfahrungen an die Empfindlichkeit für Vibrationen, die durch ein starres Zwischenmedium übertragen werden. Mit dem Test, der das Ordnen von Federn verschiedener Elastizität verlangt, berühren wir in § 47 erwähnte Fragen, und jenseits des Arbeitsfeldes, welches wir uns abgesteckt haben, liegen die Tests, die ein tastendes Erkennen von räumlichen Formen fordern.

---

[1] O. Klemm, Sinnestäuschungen. Leipzig 1919, S. 39.

Autoren- und Namenregister.

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.

Fortsetzung.

Als **Ergänzungsbände zur Zeitschrift für Psychologie** sind ferner erschienen:

1: Experimentelle Beiträge z. Lehre v. Gedächtnis

von **Prof. Dr. G. E. Müller** und **Dr. A. Pilzecker.**

XIV, 300 Seiten. 1900. Rm. 8.—

Vierteljahrsschr. für wissenschaftliche Philosophie: Das Müller-Pilzeckersche Buch enthält, wie man aus dem Vorstehenden gesehen haben wird, eine Fülle von Beobachtungen und Ergebnissen, die für die Psychologie des Gedächtnisses von höchstem Werte sind.

3: Reproduktion u. Assoziation von Vorstellungen

Eine experimentelle psychologische Untersuchung

von **Dr. phil. et med. Arthur Wreschner.**

VI, 599 Seiten. 1909. Rm. 18.—

Deutsche Literaturzeitung: Durch Wreschners Versuche haben sich eine Menge von interessanten Einblicken in die besonderen Erscheinungen bei Gebildeten und Ungebildeten, Männern und Frauen, bei Erwachsenen und Kindern ergeben. Auch sonst ist die Studie reich an Resultaten, die zu weiterer Arbeit auf diesem Gebiet mit der gleichen Methode anregen.

4: Zur Analyse der Gesichtswahrnehmungen

Experimentell-psychologische Untersuchungen nebst Anwendung auf die Pathologie des Sehens

von **Prof. Dr. E. R. Jaensch**

XIV, 388 Seiten. 1909. Rm. 10.—

Das Buch dürfte weit über den Kreis der Psychologen hinaus, namentlich auch bei Medizinern Interesse erwecken. Die Arbeit stammt aus dem Psychologischen Institut der Universität Göttingen (Geheimrat G. E. Müller) und ist ausserordentlich exakt.

6: Über die Wahrnehmung des Raumes

Eine experimentell-psychologische Untersuchung nebst Anwendung auf Ästhetik und Erkenntnislehre von

Prof. Dr. E. R. Jaensch.

XVI, 488 Seiten. 1911. Rm. 12.—

Deutsche Literaturzeitung: Das Buch greift fast alle fundamentalen Raumprobleme mit ausserordentlich mannigfachen Experimenten an. . . . Eine allgemeine Würdigung muss noch einmal darauf hinweisen, dass der Hauptwert des Buches durchaus in der grossen Fülle neuen Tatsachenmaterials liegt. Sehr wertvoll ist sicher der Nachweis, dass die Gesetzmässigkeiten von Raum und Lichtsinn ineinander übergehen, von Bedeutung ist ferner die starke Betonung der Homogeneität der drei Dimensionen, auch ist es sicherlich ein grosses Verdienst, den Einfluss des zentralen Faktors der Aufmerksamkeit herausgearbeitet zu haben.

7: Die Erscheinungsweise der Farben und ihre Beeinflussung durch die individuelle Erfahrung

von **Prof. Dr. David Katz.**

XVIII, 425 Seiten. 1911. Rm. 12.— (s. a. Anzeige im Text S. 271).

10: Grundfragen der Intensitätspsychologie

von **Priv.-Doz. Heinz Werner,** Hamburg.

Aus dem Psychologischen Laboratorium der Hamburgischen Universität.

X, 251 Seiten. 1922. Rm. 7.—

G. Pätz'sche Buchdr. Lippert & Co. G. m. b. H., Naumburg a. d. S.





